

Vadim Fedorov

Ruuvikuljettimen suunnittelu näytteenottoon

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Kone- ja tuotantotekniikka

Insinöörityö

18.4.2013

Tekijä Otsikko	Vadim Fedorov Ruuvikuljettimen suunnittelu näytteenottoon
Sivumäärä Aika	33 sivua + 17 liitettä 18.4.2013
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Kone- ja tuotantotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	Energia- ja ympäristötekniikka
Ohjaajat	Laboratorioinsinööri Tomi Hämäläinen Huoltopäällikkö Jarmo Räisänen
<p>Tämän insinöörityön aiheena on suunnittelu-tuotekehitysprojekti, jonka tavoitteena on suunnitella hihnakuljettimen tilalle rakenteeltaan yksinkertaisempi ja hinnaltaan halvempi ruuvikuljetin. Nykyinen hihnakuljetin on aiheuttanut haasteita huoltotoimenpiteille. Syviä porauksia tehtäessä ongelmana on ollut hiekan joukossa oleva vesi, joka on vaikeuttanut analysoitavan aineen pysymistä hihnan päällä, jolloin suurin osa aineesta on valunut pois.</p> <p>Suunnittelua varten kerätyt ja työssä käytetyt tiedot on kerätty asiakkaan kanssa käydyistä palavereista ja tuotteen valmistavan yrityksen kirjeenvaihdosta. Tämän lisäksi on käyty läpi kilpailijoiden valmistamien ruuvikuljettimien rakenteita, akselillisten ja akselittomien, ja arvioitu jokaisen tuotteen sekä vahvoja, että heikkoja puolia. Vedenpoistomahdollisuuden ratkaisu on otettu eräästä vedenpuhdistusprosessissa käytetystä laitteesta, jonka tehtävänä on erottaa vettä lietteestä.</p> <p>Työn tuloksena on suunniteltu uusi 3D-malli tuotantoon tulevasta ruuvikuljettimesta. 3D-piirustuksien pohjalta on valmistettu prototyyppi, joka on koeajettu ja kehitetty testien aikana. Tilaajan suunnitelmana on asentaa lopullinen versio kaivoksella olevaan porauskoneeseen ja koeajaa se oikeissa olosuhteissa, todellisella kuormalla.</p>	
Avainsanat	Tuotekehitys, ruuvikuljetin

Author Title	Vadim Fedorov Screw Conveyor design for Sample Probes
Number of Pages Date	33 pages + 17 appendices 18 April 2013
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Mechanical Engineering
Specialisation option	Energy and Environmental Engineering
Instructors	Tomi Hämäläinen, Laboratory engineer Jarmo Räisänen, Maintenance manager
<p>The objective of this Bachelor's thesis is a development project, the goal of which is to design a new screw conveyor that will replace an existing belt conveyor which is much more complicated as well as more expensive to produce and maintain. The existing solution has not been the best option concerning the maintenance as the repairs have been very time-consuming. In deep drilling, however, the problem has been the excess water mixed with the drilled material coming out of a cave, which hampered the sand staying on the belt and most of it was drained away.</p> <p>The data used in this research work was gathered from the client negotiations and product manufacturing correspondence. In addition, the information based on the other screw conveyor structures was collected and analyzed, among others axle and non-axle screw conveyors. The strengths and weaknesses of each product were evaluated as well. The drainage opportunity solution was taken from a device used in a water treatment process as a sludge-dewatering unit.</p> <p>As the result of this project, a new 3D model and sketches of the future production version were developed. In addition, the prototype was made on the basis of the drawings corresponding to the needs of the screw conveyor, which was test-run and developed during the tests to improve operating efficiency. In the future, the customer plans to install the final version to a drilling machine on the mining field and test it in real conditions, using the actual loads.</p>	
Keywords	Product development, screw conveyor

Sisällysluettelo

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Yritysten esittely	2
2.1	Ima Engineering LTD Oy	2
2.2	Slamex Oy Ab	2
3	Orealyzer ja porauskone	3
3.1	Orealyzer-analysaattori ja sen toimintaperiaatteet	3
3.2	Atlas Copco ROC L8 -porauskone	7
4	Ruuvikuljettimet	8
4.1	Ruuvikuljettimen käyttötarkoitus	8
4.2	Ruuvikuljettimen etuja	8
4.3	Toimintaperiaate ja rakenne	9
4.3.1	Akseliton ja akselillinen ruuvikuljetin	12
4.3.2	Ruuvikuljettimen käyttökohteet	13
5	Ruuvikuljettimen suunnittelu ja valmistus	16
5.1	Runko	16
5.2	Syöttö	16
5.3	Sihtilevyt	17
5.4	Spiraali	18
5.5	Moottori	19
5.6	Vaihdelaatikko	19
5.7	Tukijalat	19
6	Koeajosuunnitelma	20
7	Koeajo ja havainnot	23
7.1	Ensimmäinen koeajo	23
7.2	Koeajon jälkeinen kehitys	25
8	Yhteenveto	33
	Lähteet	34

Liitteet

Liite 1. 3D-malli

Liite 2. Ruuvikuljettimen 3D-mallin analyysi

Liite 3. Hiekkakosteuden analysointi

Liite 4. Poraus koneen tiedot

Liite 5. Hihnakuuljettimen sijoituskuva

Liite 6. Orelyzerin esite

Liite 7. Ruuvikuljettimen tekniset tiedot

Liite 8. Vaihdelaatikko

Lyhenteet

PDSA	Tulokset metrin tarkkuudella <i>Percussion Drilling Sampler</i>
MWD	Analysointi porauksen aikana <i>Measure While Drilling</i>
AISI304	Ruostumaton teräs

1 Johdanto

Työn tavoitteeksi asetettiin toimivan ratkaisun saaminen hiekan siirrolle kallioporasta analysaattorille, joka tutkii röntgensäteilyn avulla hiekassa esiintyvää malmipitoisuutta. Kalliopora ja analysaattori on kiinnitetty eri korkeuksille porauskoneeseen (liite 5). Tämän takia näiden kahden laitteen välille oli suunniteltava kuljetin. Olemassa olevan hihnakuljettimen kunnossapito- ja huoltokustannukset osoittautuivat liian korkeiksi ja oli löydettävä edullisempi ratkaisu. Tilaajan ehdotusta hihnakuljettimen korvaamisesta ruuvikuljettimella alettiin kehittää, jotta asiakkaalle syntyisi tarpeiden mukainen tuote pienemmillä kustannuksilla.

Tärkein kriteeri suunnittelussa oli ruuvikuljettimen paino. Se ei saisi ylittää 80 kg, koska kahden työmiehen voimin pitää olla mahdollista siirtää laite paikasta toiseen tai vaihtaa rikki mennyt kappale paikan päällä. Laitteen käyttöiäksi määritettiin 3 - 4 kuukautta. Tämä tarkoittaa, ettei laitetta olisi tarvetta huoltaa tai korjata sen käyttöiän aikana. Käyttöiän täytyttyä, osat puretaan ja lähetetään esim. sulatukseen, minkä jälkeen ostetaan uusi ruuvikuljetin tilalle. Saman ruuvikuljettimen konstruktion olisi myös kestävä vaihtelevia sääolosuhteita, Suomen pakkasista Australian kuumuuteen.

Työ aloitettiin asettamalla selkeät tavoitteet ja kriteerit suunnitellulle ruuvikuljettimelle. Tätä varten oli käyty useassa palaverissa ruuvikuljettimen tilaajan kanssa. Suunniteltu malli oli hyvin erikoinen sekä mitoiltaan, että konstruktioltaan. Oli myös otettava huomioon koko prosessin riippuvuus näytteiden järjestelmällisestä kulusta porasta analysaattorille. Tämän takia oli kiinnitettävä erityistä huomiota poratun maaperän kulkuun ruuvikuljettimen sisällä. Aine ei saisi sekoittua sen perässä tulleen maaperän kanssa, jotta olisi mahdollista laatia todellista 3D-kuvaa myöhempiä tutkimuksia varten.

Työn onnistuneesta lopputuloksesta haluan kiittää IMA Engineeringin suunnitteluinsinööriä Lasse Lindströmiä ja erityisesti Slamexin huoltopäällikköä Jarmo Räisästä suuresta avusta tässä projektissa. Lisäksi kiitän työn ohjaajaa laboratorioinsinööri Tomi Hämäläistä.

2 Yritysten esittely

2.1 Ima Engineering LTD Oy

Ima Engineering LTD Oy on vuonna 1994 perustettu yhtiö. Sen liikevaihto on tällä hetkellä noin 800 000 €. IMA on geokemiallisten analyysointien toimittaja kaivos-, rakennus-, sementti- ja teollisuusmineraaliteollisuudelle. Sen liiketoiminta ei rajoitu ainoastaan Suomeen, vaan yhtiö toimii kansainvälisellä tasolla useassa maassa. [1]

Ima Engineering LTD Oy - niminen yritys on perehtynyt kaivoksilla käytettyihin maaperäanalyysointeihin. Röntgen analyysointien avulla analysoidaan, mitä alkuaineita poratusta kivipölystä löytyy. Porattaessa kallioista laaditaan 3D-malli, joka näyttää 25 cm:n syvyydellä kalliossa esiintyviä alkuaineita. Tästä johtuen, eri syvyydeltä tulevat näytteet eivät saisi sekoittua keskenään ruuvikuljetin sisällä tai analyysointilaitteelle saatuaan. Näin saadaan tietää, missä syvyyksissä esiintyy esimerkiksi rautamalmia tai muita metalleja.

Porattaessa porat pitävät porareian auki paineilman avulla, jolloin reiästä lentää pölyä ja pieniä kiviä. Isoissa porissa käytetään myös vettä tai glykolia ylikuumenemissuojauksena. Porasta tulevan maaperän ja veden sekoitusta on kuljetettava röntgenanalyysointilaitteelle myöhempiä tutkimuksia varten. Porasta tulevan maaperän kosteusprosentti vaihtelee hyvin olennaisesti, ja välillä se voi olla vettä, johon on sekoittunut pölyä. Näin olleen ruuvikuljetinta tarvitaan korvaamaan tällä hetkellä toimivaa hihnakuuljetinta näytteiden siirrossa (pölyä kerättäessä). Siirrettävät määrät ovat pieniä, noin 2 kg:n luokkaa.

2.2 Oy Slamex Ab

Oy Slamex Ab:n asiakkaita ja yhteistyökumppaneita ovat kaupungit, kunnat, teollisuuslaitokset ja urakoitsijat ympäri maailman. Lähes kaikissa Suomen kunnallisissa vesilaitoksissa ja jätevedenpuhdistamoissa, niin uusissa kuin vuosikymmeniä toimineissakin, on Slamexin toimittamia laitteita. Näin on esimerkiksi Turun Kakolanmäen kallio puhdistamossa. Laitteita on käytössä myös kotimaisen teollisuuden prosesseissa kuten TVO:lla Olkiluodossa ja UPM:n eri tehtaissa sekä lukuisissa ulkomaisissa kohteissa. [2]



Kuva 1. Econet-Slamex toimipiste Malmilla

Oy Slamex Ab:n perusti Folke Stenberg vuonna 1982. Vuodesta 2005 alkaen Slamex on kuulunut Econet Engineering -konserniin (nykyään Econet Oy). Konsernin yhteenlaskettu liikevaihto vuonna 2010 oli 20,1 miljoonaa euroa. Konsernin tarjontaan kuuluu myös Econetin YIT:ltä ostaman vesi- ja ympäristöliiketoiminnan laitetuotanto, jonka perinteet ulottuvat vuoteen 1912. [2]

3 Orealyzer ja porauskone

3.1 Orealyzer-analysaattori ja sen toimintaperiaatteet

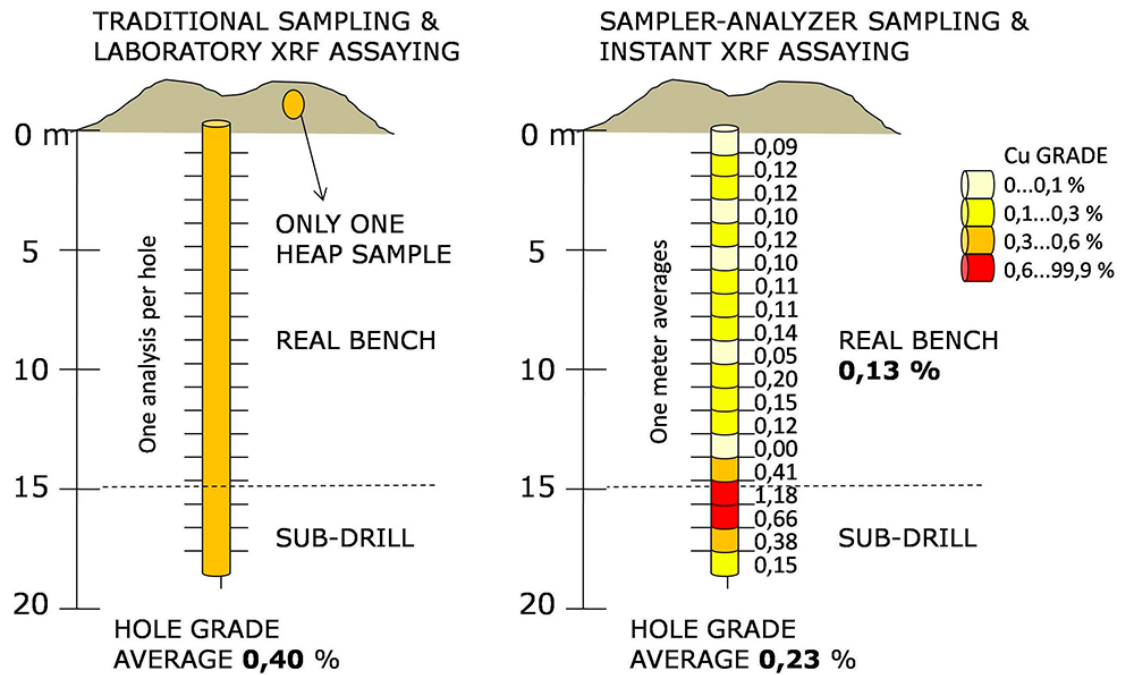
Perinteisesti kaivoksilla käytetään aikaa vieviä ja korkeita kustannuksia aiheuttavia porauksia, kuten timanttiporausta ja kääntöliikeperiaatteella toimivaa porausta ja näytteenottoa ja/tai virheellisiä suoraan porausrei'istä tapahtuvia näytteenottomenetelmiä laadunvalvonnassa. IMA Engineering Oy on kehittänyt uuden erikoisen malmin näytteenotto-analysaattorin nimeltään iskuporaus-näytteenotto-analysaattori (Percussion Drilling Sampler - Analyzer PDSA), joka on integroitu porauslautan kanteen (kuva 2). Näytteenottolaitte kerää porausreiän leikkauksesta hiekkaa analysaattoriin käyttämällä hihnakuljetinta tai syklonia, riippuen poran koosta ja analysoitavan aineen määrästä. Tämän jälkeen porattu maaperä kulkeutuu

analysaattorin läpi, joka analysoi maan malmipitoisuutta käyttäen röntgenfluoresenssianalysointitekniikkaa. [Liite 6]



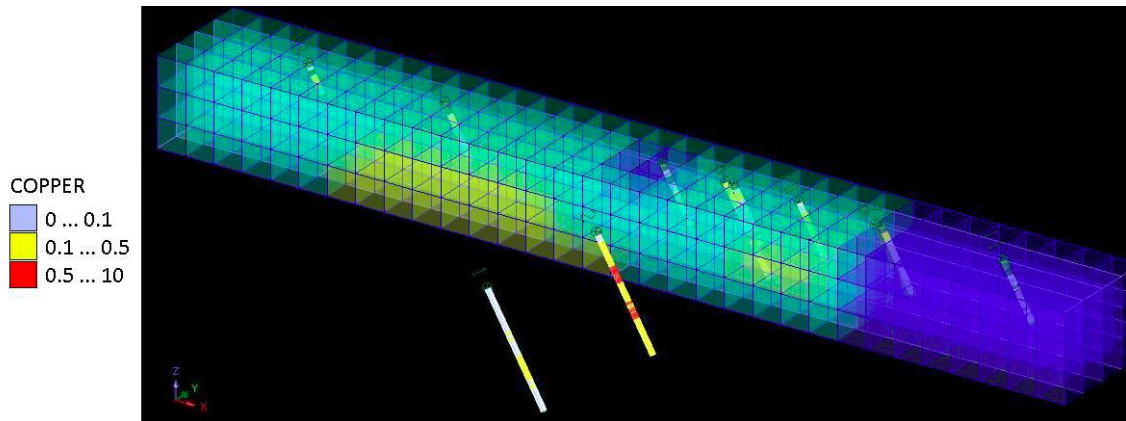
Kuva 2. Analysaattori, johon ruuvikuljettimen avulla kuljetetaan porattua maaperää porauskoneen kallioporasta

Seuraavissa tutkimuksissa verrataan perinteisiä näytteenottomenetelmiä malmin laatuvalvonnassa PDSA-näytteenottoanalyysimenetelmään ottaen huomioon näytteen laatu ja edustavuus riittävällä analyysitarkkuudella (kuva 3). Kenttäkokeet on suoritettu First Quantum Minerals (FQML) -yrityksen Kevitsan kaivoksella, Sodankylässä, Suomessa yhteistyössä FQML:n, Atlas Copcon ja IMA Engineering Oy:n kanssa, maaliskuussa 2011. [Liite 6]



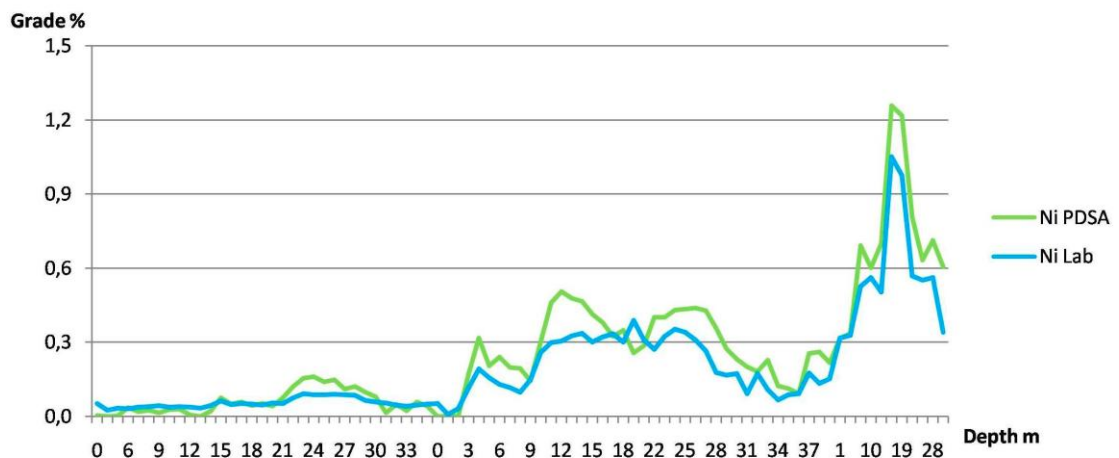
Kuva 3. Kuvassa näkyvät PDSA:n ja perinteisen menetelmän erot. Vasemmalla puolella on kuvio perinteisen menetelmän näytteenotosta, jossa tulokset saadaan yhden reiän tarkkuudella. Oikealla puolella on PDSA:n käyttämä tapa näytteiden analysoimisessa (tulokset yhden metrin tarkkuudella). [Liite 6]

Perinteiset näytteenotto- ja analyysimenetelmät ovat hitaita ja kalliita sekä näiden lisäksi myös hyvin epätarkkoja. Ajantasainen näytteenotto- ja analysaattorimenetelmä antaa välittömästi saatavilla olevia tietoja ja tuloksia heti porauksen aikana. Se vaikuttaa suuresti kaivosten suunnitteluun sekä parantaa näytteenottotarkkuutta ja nopeutta. Näytteenotto porauksen aikana (Measure While Drilling MWD)-toiminnon vuoksi, OreAlyzer on työkalu, joka sopii erittäin hyvin louhinta- ja räjäytyskaivosten suunnitteluun. OreAlyzerin avulla voidaan myös luoda 3D-malleja poratuista kallioista ja saada yleiskuva tietyn alueen malmiesiintymien paikoista (kuva 4). [Liite 6]



Kuva 4. 3D - visualisointi nikkelin ja kuparin laadusta. Kalliota arvioidaan lohkoina, jotka ovat 3 x 3 x 3 m. Luvut osoittavat suhteelliset sijainnit (ei mittakaavassa), suunnat ja reikien syvyydet. [Liite 6]

Tutkimukset osoittavat, että PDSA-näytteenottoanalysaattori on parhaimmillaan kaksi kertaa nopeampi ja yhtä tarkka menetelmä malmin paikannuksessa kallioperästä, verrattuna DD- tai RC-näytteenottomenetelmiin. PDSA:n ajantasaiset analyysitulokset korreloivat hyvin laboratoriotuloksien kanssa (kuva 5). [Liite 6]



Kuva 5. Näytteenottotuloksien vertailu PDSA:n ja laboratorion kokeiden kesken (näytteet on otettu kolmesta eri reiästä). [Liite 6]

PDSA menetelmällä on suuri vaikutus analysoinnin taloudellisuuteen sekä analysaattorin käyttäjien terveyteen ja turvallisuuteen. Se myös helpottaa kaivoksen suunnittelua suurten malmiesiintymien paikantamisessa. Oikein suoritettu näytteenotto, täyttäen vaaditut määräykset, säästää myös energiaa ja ympäristöä. [Liite 6]

3.2 Atlas Copco ROC L8 -porauskone

Atlas Copcon ROC L8 -porauskone (kuva 6) on kehitetty toimimaan vaativissa olosuhteissa ja täyttämään korkeat tuotantovaatimukset. Porauskone pystyy kantamaan poranteriä aina 54 metriin saakka, eikä se vaadi pienemmän poranterän käyttöä porauksen alkamisvaiheessa. [Liite 6]



Kuva 6. ROC L8-porauskone, johon on kiinnitetty IMA Engineeringin analysaattori. [Liite 6]

Tärkeimmät ROC L8 -koneen ominaisuudet

- 317 kW:n (431 hv) Caterpillar -dieselmoottori, joka tuottaa virtaa sekä koneelle että ruuvikuljettimen moottorille.
- Atlas Copcon 405 l/s (858 cfm) -ruuvikompressori, jonka ilmapainekapasiteetti on 25 baaria pitää porausreiät puhtaina.
- Sähköinen poran syvyysanturi ja kulmamittari, jotka ovat täysin ohjattavia ohjaamosta. Tämän avulla saadaan myös tarkkaa tietoa poratun maaperän kulusta poranterästä analysaattorille.
- Joustava puomijärjestelmä. Sen avulla voidaan säätää ruuvikuljettimen asentoa käyttäen hydraulisesti ohjattavia kiskoja, joihin ruuvikuljetin kiinnitetään 30 asteen kulmassa.

4 Ruuvikuljettimet

4.1 Ruuvikuljettimen käyttötarkoitus

Ruuvikuljettimilla siirretään erilaisia materiaaleja ja aineita paikasta toiseen joko vaakasuorassa tai pystysuorassa. Niitä käytetään syötössä, jaossa tai sekoituksessa, tämän lisäksi ruuvikuljettimia voidaan tarpeiden mukaan varustaa lämmittimellä tai jäähdyttimellä siirron yhteydessä. Kun käytetään oikeita kansi- ja tiivistemateriaaleja, sisäisiä kulutusosia on helppo suojata pölyltä tai epäsuotuisista säistä.

4.2 Ruuvikuljettimen etuja

Ruuvikuljettimen olennaiset edut:

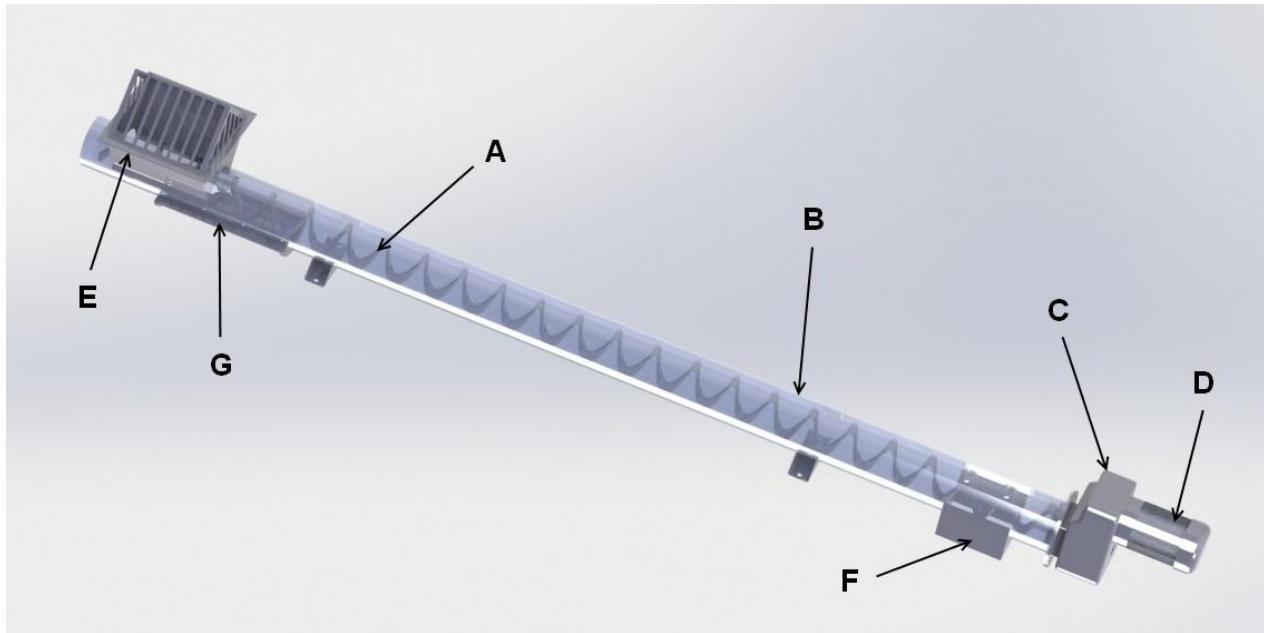
- Yksinkertainen rakenne, joka on suurelta osin koteloitu. Koteloitu rakenne takaa myös hyvän työturvallisuuden kuljettimen läheisyydessä.
- Itsekantava, jolloin tilantarve on minimaalinen
- Kompakti muoto säästää tilaa, kun ei tarvita paluuliikettä ruuvin pyöriessä yhteen suuntaan.
- Hinta on yleensä paljon pienempi kuin moneen muun samantyyppisen kuljettimen.
- Kustannuksia ajatellen ruuvikuljettimen kunnossapito on halpaa, koska kuluvia osia on vähän ja ne on kohtuullisen helppoja hoitaa. Myös varaosien tarve on pieni, mikä mahdollistaa pienet varaosavarastot.

- Verrattuna esimerkiksi vanhaan pneumaattiseen kuljetukseen, ruuvikuljetin on energiaystävällinen. Se on myös käyntivarma, luotettava ja taloudellinen.
- Erikoistyyppinen pölyttömyys ja hajuttomuus lisäävät työterveyttä.
- Koteloitu rakenne mahdollistaa siirron aikana myös muut työtoiminnot, kuten tilojen pesun, lämmityksen, jäähdytyksen yms.
- Suljettu ja vahva rakenne kestää hyvin lämpöä.
- Ruuvikuljettimet täyttävät niille osoitetut tehtävät lähes kaikissa teollisuuden prosesseissa.
- On kehitetty erikoisversioita toimimaan komponentteina erilaisissa koneissa tai laitteissa.

4.3 Toimintaperiaate ja rakenne

Ruuvikuljettimen tärkeimpänä osana on itse ruuvi, jonka avulla erilaiset materiaalit pystytään siirtämään tarvittavaan paikkaan. Ruuvi sijaitsee tiiviisti suljetussa kotelossa. Se pitää kuljetettavaa ainetta menolinjalla sekä suojaa siirrettävää ainetta ulkoisilta tekijöiltä. Näiden lisäksi ruuvikuljettimen olennaiset osat ovat laakerit, syöttö- ja tuloaukot sekä moottori. Toimintaperiaatteeltaan ruuvikuljetin on hyvin yksinkertainen laite, ruuvin pyöriessä akselinsa ympäri kourussa oleva aine siirtyy eteenpäin (kuva 7).

[8]



Kuva 7. Ruuvikuljettimen olennaiset osat: A) spiraali B) ruuvi C) vaihdelaatikko D) moottori E) syöttö F) ulostulo G) sihtilevy (harvinainen optio)

A) Spiraali

Ruuvi muodostuu joko akselistä, johon on hitsattu kierteitä eli lehtiä (ja putkeen päihin on liitetty akselitapit) tai sitten akselittomasta spiraalista (koko rakenne pysyy kierteiden varassa), joka on kiinnitetty toisesta päästä akselilla vaihdelaatikkoon. Kuljetettavasta materiaalista riippuen kierteen harjaan voidaan hitsata kulutusta kestäviä paloja. Siirrettävästä materiaalista riippuen spiraali voidaan valmistaa erilaisista materiaaleista. Nousukulman kasvaessa myös spiraalin nousu muuttuu.

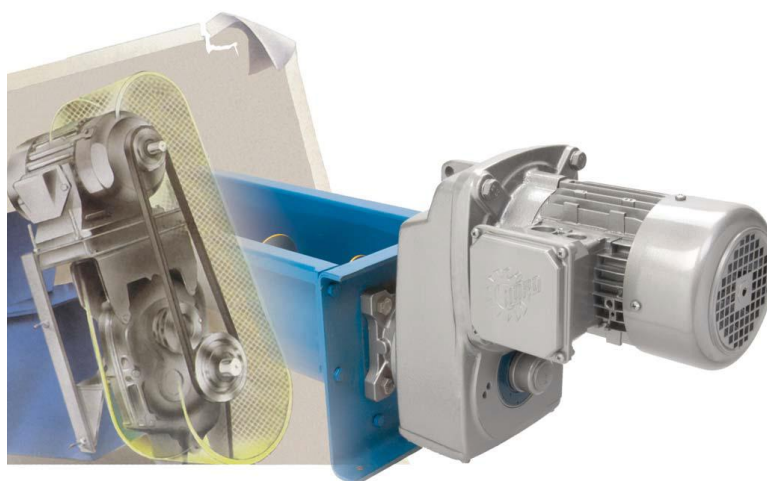
B) Putki

Kuljettimen runkona toimii kouru. Se on yleensä U-muotoinen ja joissain tapauksissa voi olla myös putkimainen. Silloin, kun on tarvetta lisätä kuljetettavan materiaalin painetta tai tiiviyyttä, voidaan käyttää kourun putkimaista rakennetta, jolla myös parannetaan koko rakenteen lujuutta. Nousukulman kasvaessa yli 30 asteen joudutaan yleensä käyttämään putkirakennetta. Kourun materiaaliin vaikuttavat kuljetettavan materiaalin

ominaisuudet. Kouru voi olla spiraalin tapaan valmistettu ruostumattomasta teräksestä (AISI304) tai haponkestävästä teräksestä (AISI316).

C) Vaihdelaatikko

Ruuvikuljettimille on monenlaisia vaihdelaatikoita. Suurin osa nykyvaihdelaatikoista toimii hammasvälityksellä, kun vanhanaikaisessa menetelmässä käytettiin hihnaa (kuva 8). Hihnan huoltokustannukset osoittautuivat korkeiksi ja sen tilalle on tullut hammaspyörävälitys vaihdelaatikoissa. Valmistajia löytyy eri puolilta maailmaa, ja laatu vaihtelee huomattavasti, samoin myös paino. Esimerkiksi italialaiset vaihdelaatikot ovat yleensä alumiinista valettuja ja kestävyydeltään huonoja, mutta niiden paino on huomattavasti pienempi kuin esimerkiksi ruotsalaisten valmistajien tarjoamien vaihtoehtojen.



Kuva 8. Vanhanmallinen hihnavälitys moottorista vaihdelaatikkoon [Liite 8]

D) Moottori

Ruuvikuljettimissa käytetään yleensä sähköisiä 230/400 V:n moottoreita. Ne ovat jo hyvin pitkälti testattuja erilaisissa olosuhteissa ja niiden hyötysuhde on 91 %:n luokkaa, joka paineilmamoottoriin verrattuna on noin 40 % korkeampi. On myös tilanteita, joissa ruuvikuljetin on liikkuvassa koneessa kiinni, eikä sitä ole mahdollista kytkeä sähköverkkoon. Tässä tapauksessa voidaan käyttää joko 24 V:n tai pneumaattista moottoria, jonka paino on huomattavasti pienempi kuin tavallisen 230/400 V:n sähkömoottorien.

E) Syöttöaukko

Syöttöaukko voi olla joko avoin (teollisuus) tai ritalällä suojattu. Ritalän käyttöä vaaditaan aina silloin, kun ruuvikuljetin sijaitsee avoimessa tilassa, johon tuotantohenkilöstöllä on helppo pääsy. Spiraalin pyöriessä ruuvikuljetin toimii myös murskaimena ja esimerkiksi käden joutuminen syöttöaukkoon voi olla hyvinkin vaarallista. Suljettu syöttö turvaa myös ruuvikuljettimen toimintaa, sillä ison kiven tai muun kappaleen pääseminen koneen sisälle voi aiheuttaa sen rikkoutumisen sekä vaarallisia tilanteita ylipäättänsä.

F) Ulostulo

Ulostulo voidaan syöttöaukon tapaan varustaa verkkolevyllä turvallisuussyistä. Sen muotoa ja kokoa voidaan myös muuttaa tarpeiden mukaan.

G) Sihtilevy

Sihtilevyä käytetään yleensä lietteen siirroissa, jolloin on saatava ylimääräinen vesi pois lietteestä kuljetuksen aikana. Se asennetaan alkupäähän, syötön puolelle. Sihtilevyyn tehdään pieniä reikiä. Materiaalikoosta riippuen ja spiraalin aiheuttamasta puristusvoimasta johtuen vesi pääsee niitä pitkin lirumaan pois.

4.3.1 Akseliton ja akselillinen ruuvikuljetin

On olemassa kahdenlaisia ruuvikuljettimia: akselillisia ja akselittomia. Molempia malleja voidaan varustaa kulutusvuorauksella, joko polyuretaanilla tai teräsvuorauksella. Akselillisia ruuvikuljettimia voidaan käyttää silloin, kun kuljetettavan materiaalin koko on hyvin pieni, jolloin se ei voi jäädä akselin ja kotelon väliin jumiin. Tällaisia materiaaleja ovat esimerkiksi vilja, pelletit tai muu vastaava.

Akselittomia ruuvikuljettimia on käytettävä silloin, kun materiaalikoko voi vaihdella esimerkiksi hiekasta vähän isompiin kiviin. Akselin puuttuessa eivät lankamaiset aineet voi kietoutua sen ympärille eivätkä tahmeat voi tukkeuttaa sitä. Ylimääräisellä

lisäkierukalla voidaan moninkertaistaa aksiaalivoima. Tämän lisäksi rakenne antaa lisäkapasiteettia nousevissa kuljettimissa. [8]

4.3.2 Ruuvikuljettimen käyttökohteet

Ruuvikuljettimilla on monenlaisia käyttökohteita erilaisissa teollisuuden ja rakennusalan tehtävissä. Ruuvikuljettimien avulla voidaan muun muassa kuljettaa erilaisia materiaaleja säiliöstä toiseen suurilla tehdasalueilla, lastata kuivia ja nestemäisiä aineita kuljetuskalustoon sekä käyttää ruuvikuljettimia telalangoissa esim. lumen puhdistuksessa ja jopa sähköntuotannossa (kuvat 9-12). [8]



Kuva 9. Lumen puhdistus telalingolla [8]



Kuva 10. Viljan siirto murskaimesta varastosäiliöön [8]



Kuva 11. Lastauskoneet [8]



Kuva 12. Ruuvikuljettimen käyttö sähkötuotannossa vesiturbiinina [8]

5 Ruuvikuljettimen suunnittelu ja valmistus

Tilaaajalta saatujen tietojen ja toiveiden perusteella päätettiin luovuttaa ruuvikuljettimen varsinainen suunnittelu ulkopuoliselle valmistajalle, joka on perehtynyt jo monen vuoden kokemuksella ruuvikuljettimiin. Tämä säästäisi kustannuskuluja ja erityisesti aikaa, joka kuluisi suunnitteluun ja laskentaan. Saatujen ainemäärän ja kuljetuskapasiteetin perusteella hyväksyttiin tulevan laitteen mitat, joista käytiin neuvotteluja lopullisen käyttäjän kanssa. Johtuen siitä, että kyseessä ei enää ollut kehitysprojekti vaan kokonaan uuden laitteen suunnittelu, ruuvikuljettimen konstruktion oli tehty muutoksia uusien tietojen saapuessa.

5.1 Runko

Ruuvikuljettimen runko oli valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja on suunniteltu kestäämään vaihtelevia olosuhteita koeajon aikana. Tarkoituksena oli testata laitetta myös ulkona, jotta mahdollisia hiekan jäätyksiä ja niiden seurauksia pystyttäisiin näkemään todellisuudessa ja samalla tekemään tarvittavia parannuksia. Tämän takia materiaaliksi valittiin AISI304.

5.2 Syöttö

Alkuperäinen kupumainen syöttöritilän rakenne muutettiin kiskomaiseksi, jotta terävät kivet eivät jäisi verkon silmiin kiinni. Kolmiomuotoinen rakenne mahdollistaisi kivien vierimisen alaspäin kiskoja pitkiin. Syöttöritilä valmistettiin 2 mm:n paksuisesta, ruostumattomasta teräslevystä. Koeajotarkistuksessa ei muutettu kiinnitystä eikä asettelukulmia (kuva 13).



Kuva 13. Syöttöaukon ritilän lopullinen muoto valmistettuna

5.3 Sihtilevyt

Sihtilevyt tilattiin Suomessa olevasta pajasta. Alkuvaiheessa päätettiin tehdä tiheästi pieniä reikiä, joiden läpi hiekassa esiintyvä ylimääräinen vesi pääsisi kulkemaan pois. Aiempaa suunnitelmaa parannettiin leikkaamalla reikien sijaan 100 mm pitkiä aukkoja sihtilevyyn, 0,5 mm:n paksuisella laserleikkauksella. Hitsausseamat otettiin huomioon, sen vuoksi sihtilevystä tehtiin 3 mm lyhyempi kuin sille tarkoitettu aukko. Vedenerotusaukkojen sulkemiseksi, tapauksessa, jossa liian paljon analysoitavaa ainetta pääsee kulkemaan aukkojen läpi, toinen sihtilevyistä oli tehty umpinaiseksi (kuva 14).



Kuva 14. Vasemmalla: sihtilevy 0,5 mm:n raoilla. Oikealla: umpinainen sihtilevy.

5.4 Spiraali

Kulujen säästämisen vuoksi spiraali valmistettiin mustasta teräksestä. Ruuvikuljettimen asettelukulmaksi valittiin 0 astetta. Tästä johtuen spiraalin nousu oli yleismallin mukaan tehty 1:1 (halkaisija: nousu). Se tehtiin myös avoimeksi spiraaliksi, eli ilman keskiakselia, mikä mahdollisti isompien kivien kulun ruuvikuljettimessa. Samalla se antoi mahdollisuuden koeajoon molemmilla menetelmillä: avoimella ja spiraalisella. Muovisen ja taipuisan putken tai letkun asentaminen spiraalin sisälle tekisi siitä akselillisen ja sulkisi hiekan sekoitusta spiraalin sisällä.

5.5 Moottori

Moottoriksi oli asennettu 230/400V Nord-merkkinen moottori, jonka tehon mitoitukselta vastasi ruuvikuljettimen toimittaja. Moottoriksi oli valittu liian tehokas ja kestävä vaihtoehto tähän tarpeeseen, mutta toimittaja ei suostunut tarjoamaan toisia vaihtoehtoja. Siksi tilattiin tarjottu versio ja päätettiin koeajojen aikana mitoittaa sähkövirran arvoja ja tehdä sopivampi moottorivalinta omatoimisesti, mahdollisista vaihtoehdoista. Kyseinen valinta ei tyydyttänyt myöskään painovaatimuksia, jotka olivat yksi tärkeimmistä kriteereistä tässä projektissa.

5.6 Vaihdelaatikko

Vaihdelaatikolla on ollut sama valmistaja kuin moottorillakin. Siihen ei pystytty vaikuttamaan, vaikka senkin materiaalivalinnat osoittautuivat pyydettyyn tarkoitukseen tarpeettoman kestäviksi. Suunnitelmissa oli etsiä muiden valmistajien valikoimista vaihtoehtoisia tuotteita, jotka täyttäisivät vaadittavia tarpeita paremmin.

5.7 Tukijalat

Tukijalkoja tarvittiin ainoastaan koeajon aikana, sillä lopullisessa versiossa ruuvikuljetin kiinnitettäisiin poran tukirakenteisiin kiinni. Tukijalkojen väliaikaisen käytön vuoksi, ne on valmistettu mustasta teräksestä ja niitä tilattiin samasta paikasta kuin sihtilevytkin. Jalkoja varten oli laadittu oma AutoCAD-piirustus ottaen huomioon 30 asteen asettelukulma. Mahdollisten toleranssivirheiden välttämiseksi jalkoihin päätettiin hitsata koeajopaikalla tukikappaleita (kuva 15).



Kuva 15. Tukijalkojen hitsausta, yleiskuva ruuvikuljettimesta. 400 V:n moottorilla varustettu vaihdelaatikko.

6 Koeajosuunnitelma

Työ aloitettiin tekemällä koeajosuunnitelma, jossa suunniteltiin kaikki koeajon vaiheet askeleittain.

Ruuvikuljettimeen liittyviä testattavia ja mitattavia suureita/tehtäviä olivat:

- Tukijalkojen suunnittelu
- Koeajopaikan valmistelu (pölytiivin tilan rakentaminen)
- Ruuvikuljettimen käyttämä todellinen sähkövirta
- Syötettävän hiekan ja kiviaineen sekoittuminen keskenään ennen syöttöä
 - Mikä on sekoitettavien hiekkatyyppien suhde?
- Vedenpoistomahdollisuus sihtilevyn avulla
 - Röntgensäteilyanalysaattorin toimintaan tarvitaan mahdollisimman kuiva hiekka
- Kuljetuskapasiteetti
- Materiaalin jäätymisenesto ruuvikuljettimen sisällä
- Syöttöaukon vastaanottokyky ja isompien kiven erottelu

- Vaihtoehtoisen moottorin ja vaihdelaatikon käyttö
 - Tavoitteiden mukaisen 24 V:n moottorin sovitus
 - Paineilmalla toimivan moottorin mahdollinen käyttö

Koeajotiloina käytettiin Oy Slamex Ab -yrityksen konepajatiloja, joissa muun muassa huolletaan ja korjataan Slamexin myymiä laitteita. Hyllytasot olivat täynnä huollettavia laitteita, jotka oli suojattava koeajon ajaksi. Ruuvikuljettimen koeajon aikana hioutuvasta hiekasta aiheutuisi paljon pölyä, joka lentäisi ympäri tiloja ja saattaisi tarttua öljyssä oleviin laitteisiin ja pahimmassa tapauksessa vahingoittaa ne. Tämän takia oli ruuvikuljettimen laadittava pressu, joka estäisi pölyn leviämisen.

Ruuvikuljetin tuli ilman tukijalkoja ja ne oli suunniteltava erikseen. Kustannuksien säästämiseksi ja ruuvikuljettimen asettelukulman säätämiseksi tukijalkoja päätettiin suunnitella paikan päällä yksinkertaisista materiaaleista, esim. AL -profiilista. Asettelukulma todellisissa olosuhteissa on tilaajan mukaan noin 30 astetta, mikä oli otettava huomioon suunnittelun ja koeajon aikana.

Syöttöaukon tehtävänä oli erottaa 25 mm isommat kivet. Tämän lisäksi ritilän muodolla oli merkittävä vaikutus, sillä tasainen ritilän pinta tukkeutuisi hyvin nopeasti isommilla kivillä, jotka eivät pääse kulkeutumaan ritilän läpi. Ajateltiin tehdä ritilä kupumaiseksi, jotta isommat kivet putoaisivat automaattisesti ritilälevyltä pois, tällöin se pysyisi tyhjänä eikä tukkeutuisi. Asiakkaan toivomuksesta ritilälevyn muoto vaihdettiin kuitenkin 2 - 3 mm:n paksuisiksi kiskoiksi vinosti asennettuina, jotta teräväkulmaiset ja epämuodostuneet kivet eivät jäisi verkon silmiin kiinni.

Kallioporasta lähtevän kuljetettavan materiaalin koko vaihteli välillä 0,1 - 25 mm:n. Testien aikana oli päästävä mahdollisimman lähelle todellisia olosuhteita. Mietinnän kohteeksi tuli myös hiekan sekoitus ennen ruuvikuljettimeen syöttöä. Se auttaisi näkemään, miten koeajettava ruuvikuljetin käyttäytyy erikokoisella hiekalla. Koeajotiloissa oli käytössä kuormanosturi, johon oli mahdollista ripustaa hiekan sekoittaja ja syöttää hiekkasekoitusta tietyllä aikavälillä, jotta kuljettimen kuljetuskapasiteetti vastaisi todellisia olosuhteita. Tätä koeajoa varten tarvittiin

kuitenkin IMA Engineering -yritykseltä saatuja tietoja todellisista hiekkakoon suhteista. Tilaajan vastauksesta saatiin tietää, että suuremmaksi osaksi hiekka on kuitenkin hienoa $< 1 \text{ mm}$ ja noin 10 - 20 % karkeampaa.

Ruuvikuljettimen mahdollisten käyttökohtamaiden vaihtelevat olosuhteet ja lämpötilamuutokset ($-40^{\circ}\text{C}/+40^{\circ}\text{C}$) aiheuttaisivat suuria vaikutuseroja yhdenmalliselle sarjatuotteelle. Ruostumattoman teräksen kestävyys korkeissa lämpötiloissa ei ole ongelma, mutta moottorin ylikuumeneminen voisi aiheuttaa ongelmia. Mahdollisia moottorin lämpötilojen suuruusarvoja pystytään laskemaan mitatuista todellisista arvoista. Sen lisäksi veden seassa pakkasessa kuljetettava materiaali voisi jäätymään ja aiheuttaa ruuvikuljettimen spiraalille, moottorille ja pahimmassa tapauksessa työmaatyöntekijälle vahinkoa, käynnistettäessä ruuvikuljetinta aamulla yötauon jälkeen. Spiraali voi jäätymään putkeen kiinni ja vääntyä moottorista aiheutuvan momentin takia, mikä tarkoittaisi koko laitteen rikkoutumista. Tätä tapausta oli myös testattava ja mietittävä erilaisia jäätymisenestomahdollisuuksia tai sisälle jääneen veden poistamismahdollisuutta joko tekemällä poistopuolelle aukko, suunnittelemalla paineilmapuhallusta tai asentamalla värinäantureita ruuvikuljettimen putken ulkopinnalle. Pakkasten saapuessa Etelä-Suomeen testattava ruuvikuljetin vietiin ulkoilmaan ja testattiin sen käynnistyvyyttä ja toimivuutta jäätyneen hiekan ollessa sisällä, minkä jälkeen tehtyjen kokeiden perusteella pystytään arvioimaan myöhempiä toimenpiteitä.

Ruuvikuljettimen valmistaja ei tarjonnut vaihtoehtoisia moottoreita, eikä tämän vuoksi tarkempia tietoja moottorin ja vaihdelaatikon arvoista saatu. Koeajon aikana oli mitattava moottorin suuretta. Sen avulla saatiin selville syötetyn todellisen virran arvoja, joista saataisiin selville todellinen moottorin käyttämä teho. Näiden tietojen saanti helpottaisi merkittävästi moottorivalmistajien kilpailuttamista ja sopivamman moottorimallin valitsemista. Tämän lisäksi saatu moottorivaihtoehto oli yksi parhaimpia markkinoilla olevia malleja, joka oli tehty kestäväksi suuria kuormituksia ja pitkiä työjaksoja. Tavoitteena oli kuitenkin tehdä mahdollisimman kevyt ja halpa ruuvikuljetin, sillä sen toimivuus rajoittuisi suurin piirtein neljään kuukauteen, jonka jälkeen tilaaja tilaisi aina uuden kappaleen. Tämän takia toimittajan valitsema moottorivaihtoehto oli tarpeettomasti liian kestävä ja painava tähän työtehtävään.

Koeajon aikana oli myös testattava vedenpoistomahdollisuutta, mitä varten putkeen alaosaan asennettiin sihtilevy. Ylimääräisen veden poistolla hiekasta on tärkeä tehtävä

röntgensäteilyanalysaattorin kannalta, sillä IMA Engineering -yrityksen analysaattori ei pysty mittaamaan poratussa kallioperässä esiintyvien metallien pitoisuutta tarvittavalla tarkkuudella. Ruuvikuljettimen saapuessa oli mitattavaa kaikki piirustuksessa mainitut suureet uudelleen ottamalla huomioon työstämisen aikana syntyneet toleranssit. Jos siivilän läpi kulkeutuu liian paljon analysoitavaa ainetta, aukkoon asennetaan umpinainen sihtilevy ja näin estetään veden pääseminen aukon läpi kokonaan. Vedenpoistoa testattiin ottamalla koenäytteitä syötetystä ja ulostulleesta hiekasta. Veden sameus muuttuu sen mukaan, kuinka paljon hiekkaa tai pölyä tietyssä määrässä vettä on. Samalla oli mitattava sihtilevyn avulla erotetussa vedessä olevan hiekan määrä, jotta olisi mahdollista arvioida sihtilevyn toimivuutta ja käyttöä jatkossa. Tämän takia veden ulostuloon oli tehtävä suppilo, josta vesi johdettaisiin kokeita varten viemärin sijasta säiliöön.

7 Koeajo ja havainnot

7.1 Ensimmäinen koeajo

Koeajo suoritettiin Slamexin huoltopisteessä, Keravalla. Ruuvikuljettimeen kiinnitettiin jalat ja sihtilevy. Moottori oli mahdollista kytkeä sekä 220 V:n että 400 V:n verkkoon. Tiloissa oli käytössä 400 V:n verkko, joka vaati kytkennöissä ohuimmat kaapelit. $P=UI$ -laskentakaavan mukaan pienempi jännite tarkoittaisi isompaa sähkövirtaa. Tämän takia päädyttiin riskien pienentämiseksi kytkemään ruuvikuljettimen moottori 400 V:n verkkoon. Läheisestä rautakaupasta hankittiin erikokoista puhallushiekkaa ja sekoitettiin ne keskenään. Koska yritettiin päästä mahdollisimman lähelle todellisia olosuhteita, valittiin hiekkatyypeiksi sekä alle sihtilevyjen rakojen kokoista alle 0,1 mm:n puhallushiekkaa että kivimäistä yli 3 mm:n raekokoista katuhiekkaa.

Koeajo alkoi alun perin suunnitellulla järjestelyllä. Ensimmäisen koeajon aikana havaittiin sekä positiivisia että negatiivisia puolia. Suunniteltu sihtilevy osoittautui toimivaksi, ja se erotti suurimman osan hiekan mukana kulkevasta vedestä pois. Sihtilevyn läpi pääsi kuitenkin pois myös osa hienoa, alle 0,1 mm:stä hiekasta. Kaikista hiekkakosteustiloista otettiin näytteitä, joita käsiteltiin ja tehtiin päätelmiä hiekan kosteudesta.

Koeajoissa paljastui myös moottorin tehon liian korkea varmuuskerroin suunnitteluvaiheessa. Täydellä kuormituksella, ruuvikuljettimen suunnittelijan mukaan, tarvittavien ampeerien arvon olisi pitänyt olla 2,1 A. Todellisuudessa mitattiin 1,0 - 1,2 A. Tämä tarkoittaa, että moottori olisi voinut olla noin puolet pienempitehoisempi kuin valmistajan toimittama vaihtoehto oli. Tällöin se vastaisi tilaajan kriteeriä 400 W:n suuruusluokasta ja keventäisi myös koko laitteen painoa.

Spiraalin ja putken välinen rako aiheutti kuitenkin ongelmia. Spiraalin halkaisija on 120 mm ja putken halkaisija on 150 mm. Tästä johtuen pyöriessään putken sisällä spiraali siirtyi aina yhdelle puolelle putkea tehden toiselle puolelle noin 30 mm:n raon, johon on kerääntynyt hiekkaa. Tämä aiheutti syötetyn hiekan sekoittumista raoista irtonevan hiekan kanssa. Kyseinen ongelma voisi aiheuttaa poran poratessa maata vääristymiä kalliosta laadittavassa 3D-mallissa. Näin olleen olisi mahdotonta seurata maan eri syvyydessä esiintyviä alkuaineita ”online”-tilassa.

Syötön kiskomaista rakennetta kokeiltiin isommilla kivillä ja sen muoto osoittautui toimivaksi. Isommat kivet eivät jää ritilään kiinni vaan valuvat sitä pitkin maahan. Ainoana ongelmana on verkkolevyn kiinnityslaippa. Terävimpien kivien tippuessa ritilän päälle ne voisivat jäädä jumiin kiinnityslaipan kohdalla. Jos ritilän läpi pääsemättömien teräväkulmaisten kivien määrä on suuri, ne voisivat tukkeuttaa ainakin osittain ritilän ja estää analysoitavan aineen pääsyä ruuvikuljettimeen ja jatkossa analysaattoriin.

Ulostulossa tai jalkojen rakenteessa ei havaittu mitään seikkoja, jotka olisivat kaivanneet parannuksia.

Suoritetuissa testeissä havaittiin, että ruuvikuljettimen täyttöön menee noin 26 l sekoitettua vedensekaista hiekkaa, jonka jälkeen se alkaa kuljettaa ainetta syötöstä ulostuloon. Sen lisäksi ruuvikuljettimen rakenteesta puuttui keskiakseli ja 30 asteen kulmasta johtuen kuljetettavaa hiekkaa pääsi sekoittumaan edelliseen hiekkaan spiraalin keskellä olevasta avonaisesta raosta. Tämä aiheuttaisi vääristymiä rautamalmiesiintymien syvyysmittaustuloksissa ja näin ollen antaisi väärän kuvan koko porauksesta, kun eri syvyydestä saatu hiekka sekoittuisi aina silloin tällöin kuljetuksen aikana ruuvikuljettimen sisällä.

Koeajossa käytetty moottori oli liian tehokas ja painava tähän tarpeeseen ja se oli korvattava 24 V:sella, pienempitehoisella vaihtoehdolla.

7.2 Koeajon jälkeinen kehitys

Parannusta vaativien ongelmien selvittyä ryhdyttiin tekemään parannuksia olemassa olevaan malliin. Ensimmäisenä laadittiin piirustukset mahdollisista uusista osista. Ruuvikuljettimen spiraalin keskellä olevaa aukkoa oli tiivistettävä jollain tavalla, jotta hiekkaa ei pääsisi kulkemaan sen keskeltä aina alaspäin ja sekoittumaan syötöstä seuraavana tulevan hiekan kanssa. Spiraalin sisälle kiinnitettiin muoviputkesta tehty muoviakseli. Myöhemmin spiraalin ja muoviputken väliset raot tiivistettiin Sikaflexilla (kuva 16).



Kuva 16. Muovinen sisääkseli spiraalissa

Seuraavien koeajojen aikana havaittiin, että ruuvikuljettimen täyttöön menevän hiekan määrä oli melkein puolittunut. Keskiakselia käytettäessä ruuvikuljettimen täyttöön tarvittiin 14 l hiekkaa, kun aikaisemmin sitä tarvittiin 26 l. Tämä ei kuitenkaan ollut riittävän hyvä tulos. Lisäksi spiraalin ulkohalkaisijan ja putken sisähalkaisijan 3 cm:n ero aiheutti hiekan sekoittumista edelleenkin. Putken sisäseinään painunut hiekka tippui spiraalin pyöriessä sen keskelle ja aiheutti sekoittumista. Tämän johdosta ruuvikuljettimen ruostumattomasta teräksestä tehdyn putken sisälle suunniteltiin muoviputki, jonka seinämän paksuus oli 1,0 cm. Se tarkoitti, että ruuvikuljettimen putken sisähalkaisija muuttuisi 152 cm:stä 131 cm:ksi ja jättäisi ainoastaan 0,5 cm:n raon spiraalin ja muoviputken väliin. Kun sahattiin muoviputki halki, se saatiin mahtumaan ruuvikuljettimen sisään, minkä jälkeen leikattiin syöttö-, sihtilevy- ja ulostuloaukot auki kuviosahalla.

Muutokset vaikuttivat putkeen, spiraalin sisärakenteeseen ja sihtilevyyn. Sihtilevy oli nostettava ylöspäin 1,0 cm, jotta vedenerotus tapahtuisi suunnitellulla tavalla ja spiraali olisi kosketuksessa sihtilevyn kanssa. Hallissa ei ollut laserleikkausta ja kaikki muutokset tehtiin olemassa olevilla työkaluilla. Sihtilevyn sihti leikattiin irti kehyksestä ja hitsattiin takaisin paikoilleen asetettuna tarvittavan matkan hieman alaspäin, jotta muoviputken kuluessa se ei aiheuttaisi pyörimisvaikeuksia spiraalille. Nestemäisellä metallilla saatiin hitsausvirheistä syntyneet aukot kiinni, jottei kostea hiekka pääsisi valumaan niistä pois (kuva 17).



Kuva 17. Koekäyttöä varten muutettu sihtilevy pienennetyllä sisähalkaisijalla

Uuden, tarpeita vastaavan 24 V DC moottori-vaihdelaatikkoyhdistelmän löydyttyä alettiin miettiä mahdollista kiinnitystä ruuvikuljettimeen. Olemassa olevan kiinnityslaipan pulttijako ja kiinnitystapa olivat vääränlaisia ja oli tehtävä joko kokonaan uusi tai sitten muokattava olemassa olevaa kappaletta. Kustannuksien ja ajan säästämiseksi päädyttiin muokkaamaan nykyistä kiinnityslaippaa vastaamaan uusia tarpeita. Aukkojen sijaan molemmin puolin hitsattiin ruuveja uudella pulttijaolla ja koolla. Yhdelle puolelle kiinnitettiin 8 kpl M6 pultteja ja toiselle 4 kpl M8 pultteja. Keskiakselia varten oleva aukko oli tarpeeksi iso uudelle kokonpanolle, eikä sitä tarvinnut muokata.

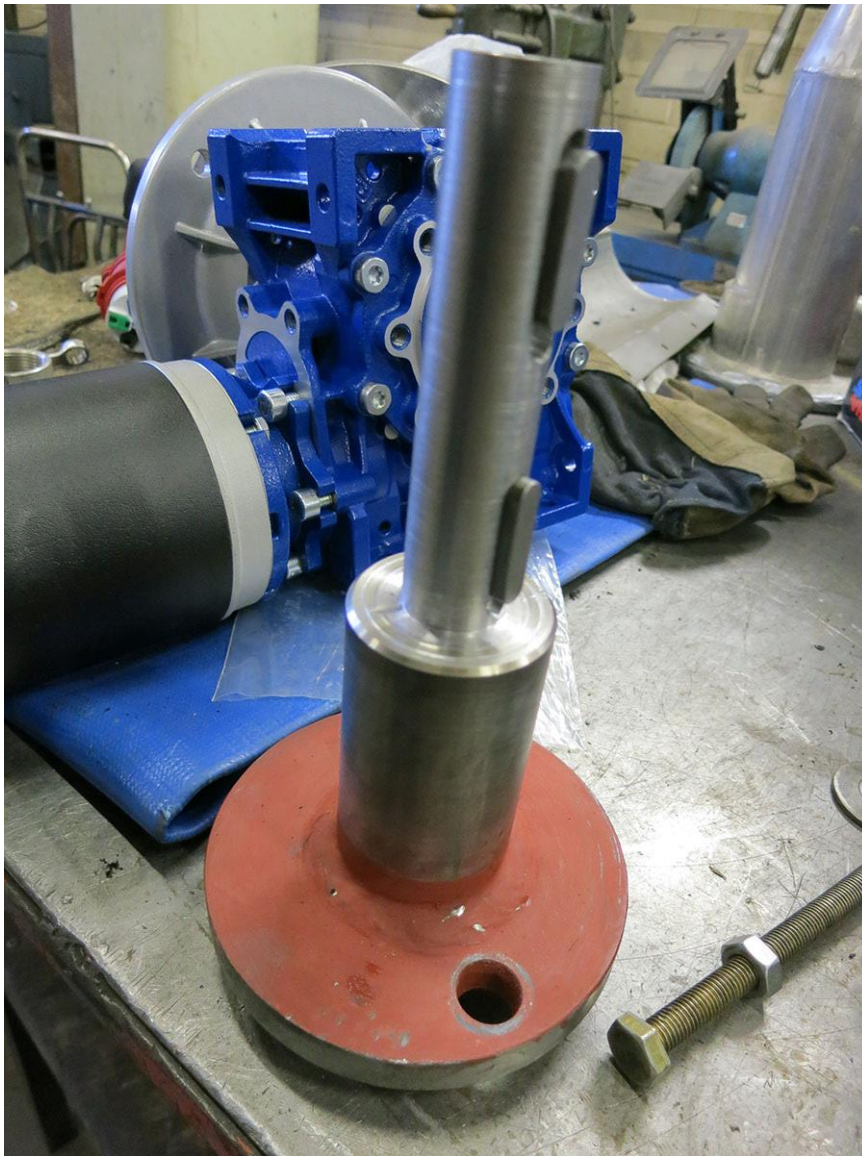


Kuva 18. Uusi kiinnityslaippa, pultit on hitsattu molemmille puolille

Uuden vaihdelaatikon vetoakselin halkaisijaksi mitattiin 25 mm, kun vanhassa se oli 35 mm. Tämän johdosta, konepajalla olevan sorvikoneen avulla oli sorvattava 10 mm pois käytössä olevasta akselistä. Vetoakseli irrotettiin spiraalin päästä, joka oli kahdella M20-mutterilla kiinni. Vaihdelaatikkoon vetoakselia kiinnitti yksi pitkä pultti, joka irrottamalla saatiin vetoakseli erilliseksi kappaleeksi. Manuaalisorvia käyttäen tarkistamalla joka 3 mm:n lastun jälkeen työntömitalla akselin halkaisija päästiin 25 mm:iin, joka oli tavoitteena. Sorvaamisen jälkeen uudenkokoiseen akseliin oli tehtävä urat jysintäkoneella. Mitat otettiin mallikappaleeksi saadusta akselistä. Niiden avulla päästiin tekemään itse oikean kokoinen vetoakseli vanhasta kappaleesta, ja näin säästettiin kustannuksia (kuva 19).



Kuva 19. Vanha 35 mm:n vetoakseli

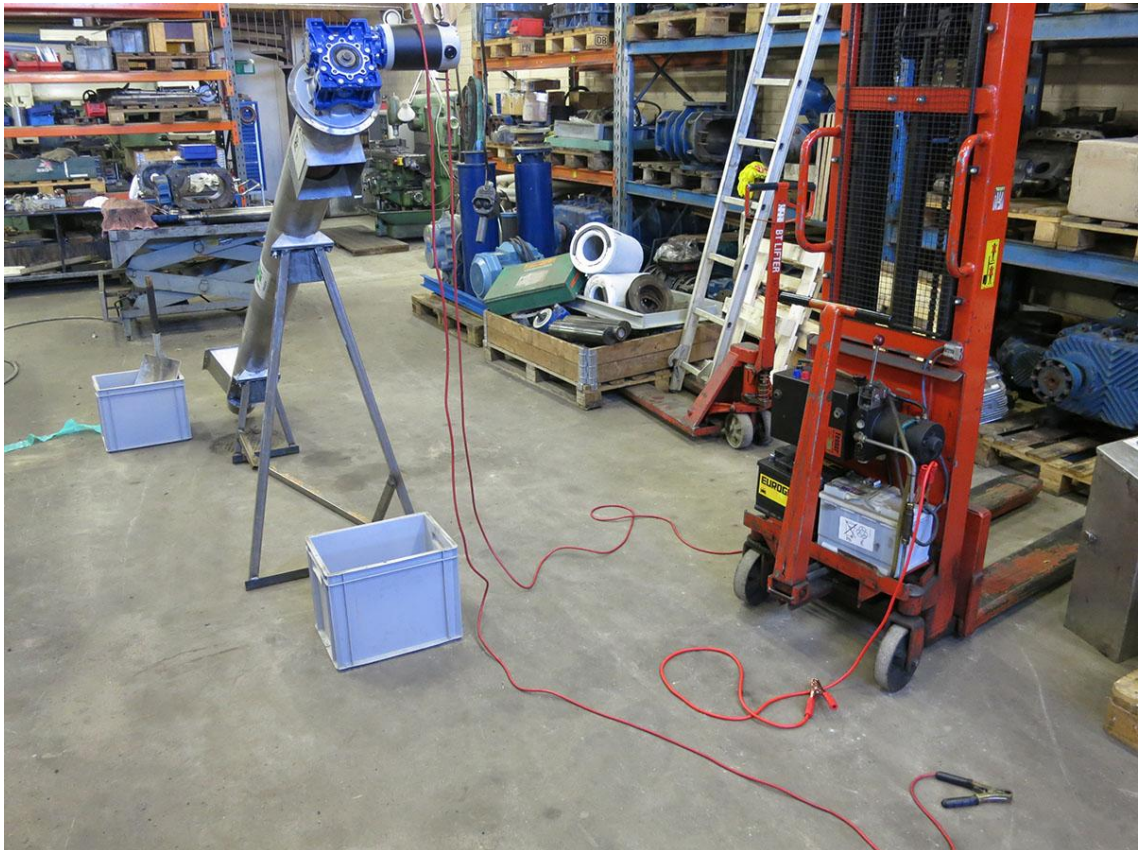


Kuva 20. Uusi 25 mm:ksi sorvattu akseli

Uusien osien valmistuttua ruvettiin kokoonpanoprosessiin, jolloin oli koottava ruvikuljettimen osat yhteen ja testattava niiden toimivuutta. Kokoonpano aloitettiin vetoakseli- spiraali-vaihdelaatikkoyhdistelmästä. Se asennettiin ruvikuljettimeen, jonka jälkeen kiinnitettiin sihtilevy paikoilleen. Kaikki osat näyttivät istuvan hyvin, ja tässä vaiheessa oli mietittävä sähkökytkentöjä, joilla uusi moottori olisi mahdollista koeajaa.

Moottorin vaihduttua 400 V:sta, 24 V:seen DC-moottoriin sähkökytkentöjä oli muutettava vastaamaan uusia vaatimuksia. Suuremman sähkövirran ansiosta sähkökaapeleiden vahvuutta oli kasvatettava. Tämä ongelma ratkaistiin autoissa käytettävien apuvirtakaapeleiden avulla. Muuntajien hintoja tarkistamalla ja todettua korkean kustannustarpeen, on päädytty käyttämään kahta autoakkua sarjaan

kytkettynä 24 V:sen järjestelmän saavuttamiseksi. Yhden akun 74 Ah:n kapasiteetti riittäisi moottorin kuluttamalla 30 A:n virralla noin 2 h kestävään koeajoon. Tämä olisi ihan riittävää ottaen huomioon akkujen latauksen, että akkujen lataus voitaisiin suorittaa aina koeajon jälkeen, jolloin seuraavana päivänä ruuvikuljetin olisi koeajettavissa taas akkujen ollessa ladattuja. Latauslaitteena käytettiin sähkönosturia, jossa oli sisäänrakennettu akkulaturi (kuvat 21 ja 22).



Kuva 21. 24 V:n-kytkentä, ruuvikuljettimessa DC-moottori ja uusi vaihdelaatikko



Kuva 22. Vasemmalla uusi 24 V:n DC , oikealla vanha 230/400 V:n moottori-vaihdelaatikko yhdistelmät rinnakkain.

Yksi asetetuista kriteereistä oli ruuvikuljettimen lopullisilla muutoksilla varustettu paino. Projektin aikana on pyritty pysymään 90 kg:n luokassa lisäämällä tai poistamalla erilaisia osia. On pyritty punnitsemaan ruuvikuljetin aina uusien osien asennuksen jälkeen ja tarkistamaan paino, jotta ollaan ajan tasalla. Viimeisen koeajon jälkeen ruuvikuljetin oli pesty sisäpuolelta, jotta saatiin koeajossa käytetty hiekka pois. Näin voidaan punnita ruuvikuljetin ilman ylimääräistä kuormaa ja saada todelliset tulokset. Toimenpiteiden suorittamisen jälkeen saatiin kuormattomaksi painoksi 87 kg, joka ylitti hieman optimistiset odotukset, mutta pysyi kuitenkin asetettujen tavoitteiden rajoissa.

8 Yhteenveto

Ruuvikuljettimesta saatiin tavoitteiden mukainen ratkaisu hihnakuljettimen tilalle. Koeajojen mukaan projekti osoittautui onnistuneeksi, sillä tilaajalle saatiin halvempi, kevyempi sekä vettä erottava ruuvikuljetin.

Projektin aikana saatiin aikaan paljon parantamisideoita, joita oli vaikea hahmottaa ensimmäisessä suunnitteluvaiheessa. Tilaajan luo tehtyjen vierailujen pohjalta suunniteltiin aina uusia ratkaisuja olemassa olevaan malliin ja pyrittiin toteuttamaan ne parhaimmalla mahdollisella tavalla, mikä näkyi myös projektin kulussa.

Lisäämällä muovinen sisäputki ruuvikuljettimen kokonaispaino on kasvanut 2 kg:lla, mutta vaihtamalla moottori sekä vaihdelaatikko paino taas putosi 5 kg. Alkuperäisen kokoonpanon mukaan painoksi määritettiin 93 kg, jota päästiin pudottamaan hieman tehdyillä muutoksilla. Sen enempää ei tämänkokoisessa versiossa painoon voi enää vaikuttaa kasvattamatta investointikustannuksia. Ruuvikuljettimen osien kevennykset vaativat myös kalliimpia materiaaleja, jotka ovat käytössä erikoistehtävissä, eikä niitä myydään yleiskäyttöön. Tästä johtuen niiden hinta on asetettu hyvin korkealle, ja seuraavaksi syntyisi kysymys koko projektin kannattavuudesta olemassa olevaan hihnakuljettimeen nähden.

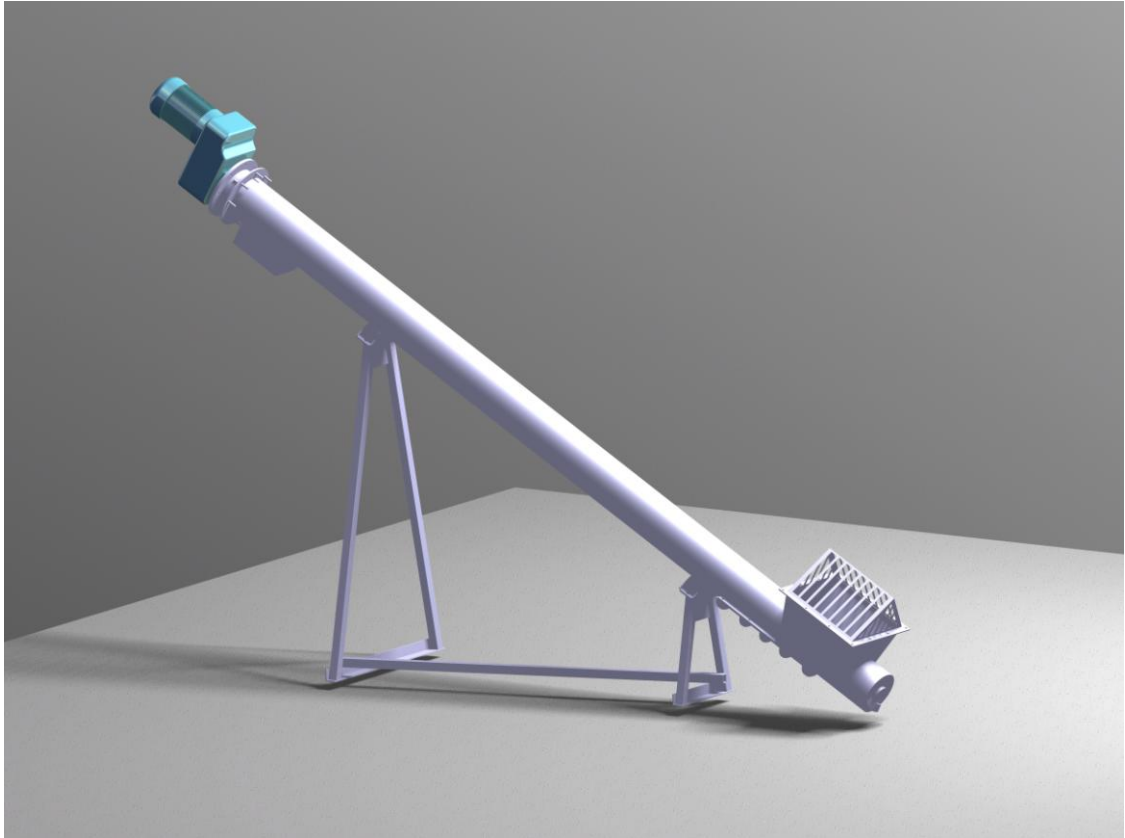
Pilottikokeita ei kuitenkaan pystytty tässä aikataulussa järjestämään. Aika ei riittänyt siihen, että ruuvikuljetin olisi saatu asennettua porauskoneeseen ja koeajettua todellisissa olosuhteissa. Tilaaja on kuitenkin suunnitellut koneen viemistä kesän aikana työmaalle kaivokselle heti silloin, kun tilaus uudesta analysaattorista tulee kotimaahan.

Lähteet

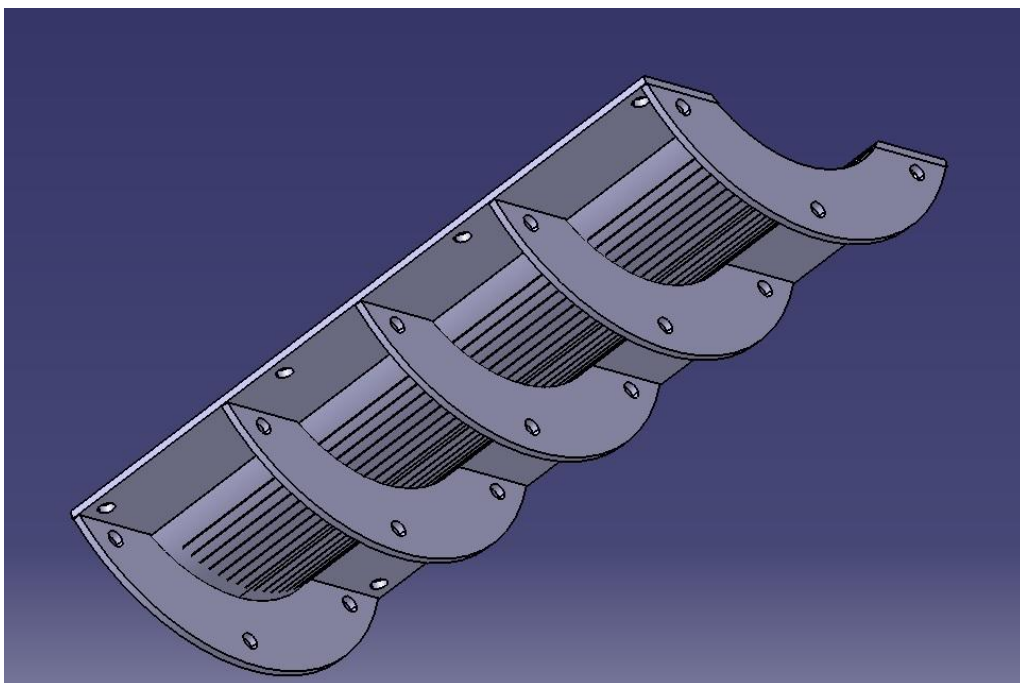
- [1] Products, 2012. Verkkodokumentti, IMA Engineering Oy: <http://www.ima.fi/products>.
Luettu 29.11.2012
- [2] Ab Slamex Oy, 2005. Päivitetty 2009. http://www.slamex.fi/slamex_yritys. Luettu
11.12.2012
- [3] IMA Engineering Oy, yleisesittely. Sähköposti. Luettu 11.10.2012.
- [4] IMA Engineering Oy, asiakkaan kanssa käydyt palaverit. Palavereja pidettiin:
6.9.2012, 11.10.2012 ja 9.1.2013
- [5] PST Ab, piirustukset, suunnittelu. Toimitettu 12.10.2012.
- [6] Ab Slamex Oy, Jarmo Räisänen, huoltopäällikkö. Keskustelu 22.9.2012
- [7] Screw Conveyor Corporation, Screw Conveyor Catalog & Engineering Manual,
2010. Hammond, Indiana.
- [8] Kuljetin. <http://fi.wikipedia.org/wiki/Kuljetin>. Päivitetty 16.4.2012. Luettu 2.8.2012.

3D-malli

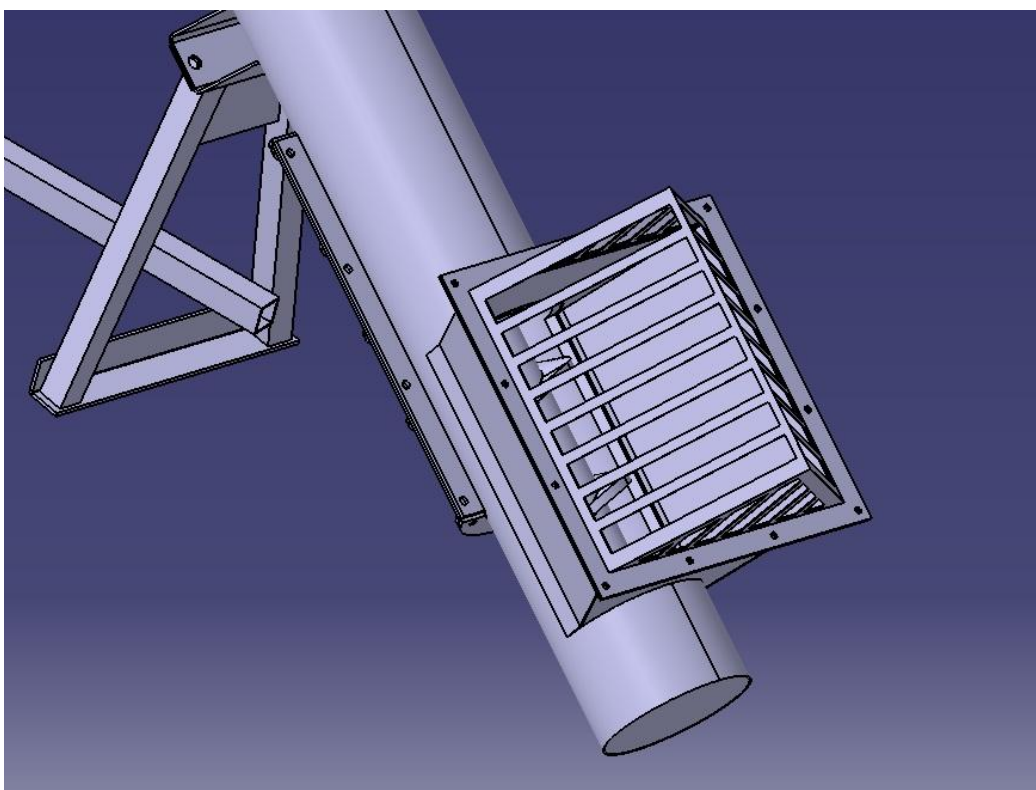
CATIA-ohjelmalla piirretty malli valmistetusta ruuvikuljettimesta osineen.



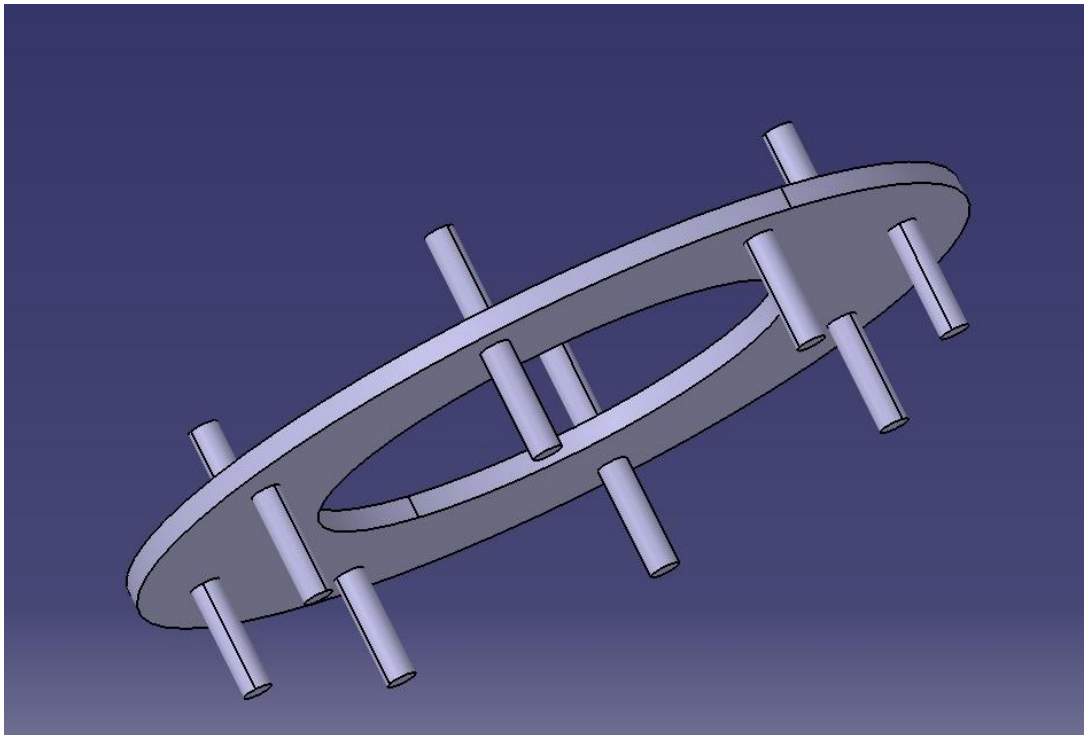
Kuva 1. Kokonaiskuva, 3D



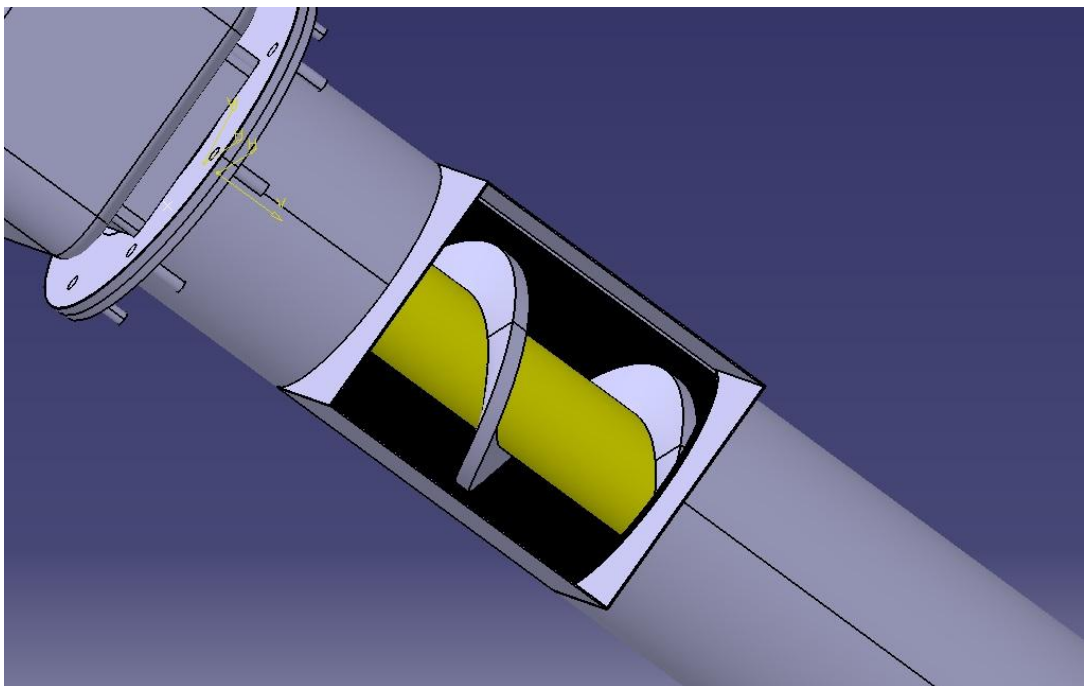
Kuva 2. Sihtilevy (vahvistettu versio)



Kuva 3. Syöttö



Kuva 4. Vaihdelaatikon ja ruuvikuljettimen välinen kiinnityslaippa

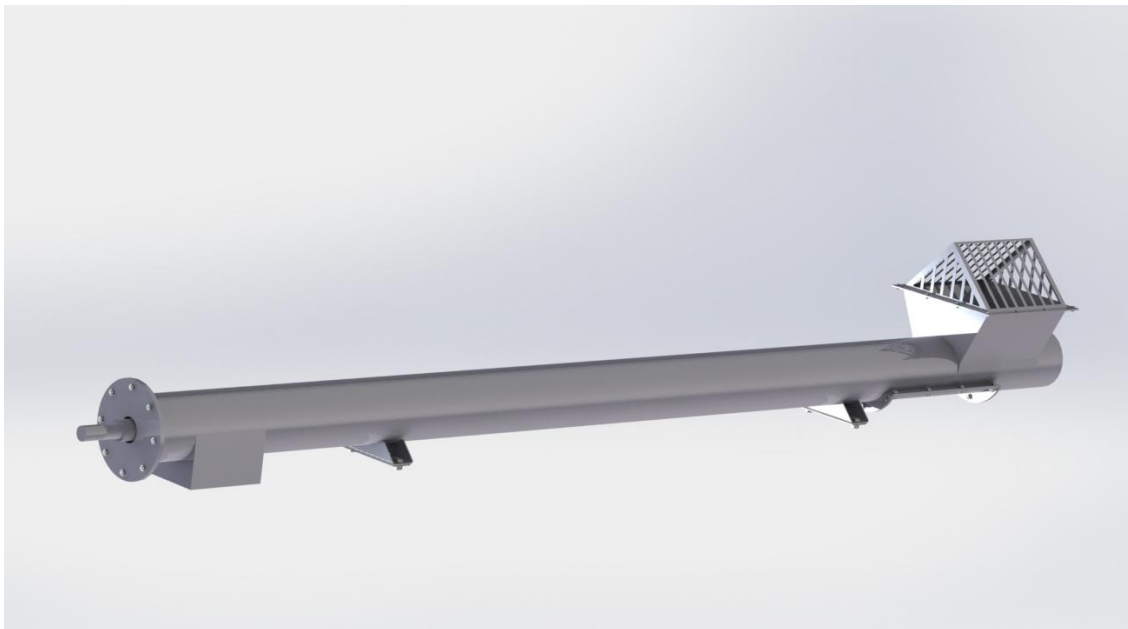


Kuva 5. Ulostuloaukko

Ruuvikuljettimen 3D-mallin analyysi

3D-malli ruuvikuljettimesta piirrettiin alustavasti CATIA-ohjelmalla, sen jälkeen animaation ja lisäosien liitettävyyden helpottamiseksi jatkettiin SolidWorksilla. Solidworks-ohjelman avulla saatiin ruuvikuljettimesta todelliset painot, ne ovat 51,77 kg ilman moottoria, laakereita, sisäakselia, sisäputkea ja tukijalkoja. Yksi painavimmista 400 V:n moottorivaihtoehdoista painaisi 24 kg.

SPECIFIC WEIGHT AND VOLUME CALCULATIONS FOR THE SCREW CONVEYOR



Mass = 51770.08 grams = 51.77 kg (excluding bearing, gear motor and supports)

Gear motor mass: approx. 24 kg

Total mass (including gear motor) = 75.77 kg

Volume = 6543831.01 cubic millimeters

Surface area = 4602056.37 square millimeters

Principal axes of inertia and principal moments of inertia: (grams * square millimeters)

Taken at the center of mass.

$I_x = (0.13, 0.03, 0.99)$ $P_x = 351264205.31$

$I_y = (-0.54, -0.83, 0.09)$ $P_y = 50434726458.82$

$I_z = (0.83, -0.55, -0.09)$ $P_z = 50473045292.54$

Moments of inertia: (grams* square millimeters)

Taken at the center of mass and aligned with the output coordinate system.

$L_{xx} = 49636253618.14$ $L_{xy} = 191121796.74$ $L_{xz} = 6374709598.03$

$L_{yx} = 191121796.74$ $L_{yy} = 50409827891.61$ $L_{yz} = 1339167805.52$

$L_{zx} = 6374709598.03$ $L_{zy} = 1339167805.52$ $L_{zz} = 1212954446.91$

Moments of inertia: (grams* square millimeters)

Taken at the output coordinate system.

$I_{xx} = 304486005510.12$ $I_{xy} = 25422176493.62$ $I_{xz} = 44862838409.01$

$I_{yx} = 25422176493.62$ $I_{yy} = 236967987979.87$ $I_{yz} = 118190136708.01$

$I_{zx} = 44862838409.01$ $I_{zy} = 118190136708.01$ $I_{zz} = 86125650762.3$

Hiekkakosteuden analysointi

Hiekkakosteusprosentit mitattiin haihdutuskoneen avulla. Tuloksia otettiin sekä syötöstä että ulostulosta. Sen lisäksi sihtilevyn läpi päässyttä hiekkaa otettiin talteen raekokoanalysointia varten. Sitä ei kuitenkaan onnistuttu tarkistamaan laboratoriotasolla, koska käytössä olevasta laboratoriosta ei löytynyt laitteita kyseiseen analysointiin.

Mittaukset	Mittaus 1	Mittaus 2	Mittaus 3	Keskiarvo	Painotettu keskiarvo
Näyte 1 (3.1.2013) Kuiva hiekka					
massa (g)	4,864			4,864	
kuiva-aine (%)	99,80 %			99,80 %	99,80 %
hiekkaa, tilavuus (%)				99,62 %	
vettä, massa (%)				0,20 %	0,20 %
vettä, tilavuus (%)				0,38 %	0,38 %

Näyte 2 (4.1.2013) Syötettävä hiekka					
massa (g)	28,352	30,736	31,496	30,195	
kuiva-aine (%)	83,67 %	85,66 %	85,22 %	84,85 %	84,88 %
hiekkaa, tilavuus (%)				74,67 %	74,72 %
vettä, massa (%)				15,15 %	15,12 %
vettä, tilavuus (%)				25,33 %	25,28 %

Näyte 3 (4.1.2013) Ruuvin jälkeinen hiekka					
massa (g)	28,424	27,804		28,114	
kuiva-aine (%)	89,11 %	89,89 %		89,50 %	89,50 %
hiekkaa, tilavuus (%)				81,77 %	81,77 %
vettä, massa (%)				10,50 %	10,50 %
vettä, tilavuus (%)				18,23 %	18,23 %

Hiekan tiheys 1,9 g/cm³

Veden tiheys 1 g/cm³

Porauskoneen tiedot

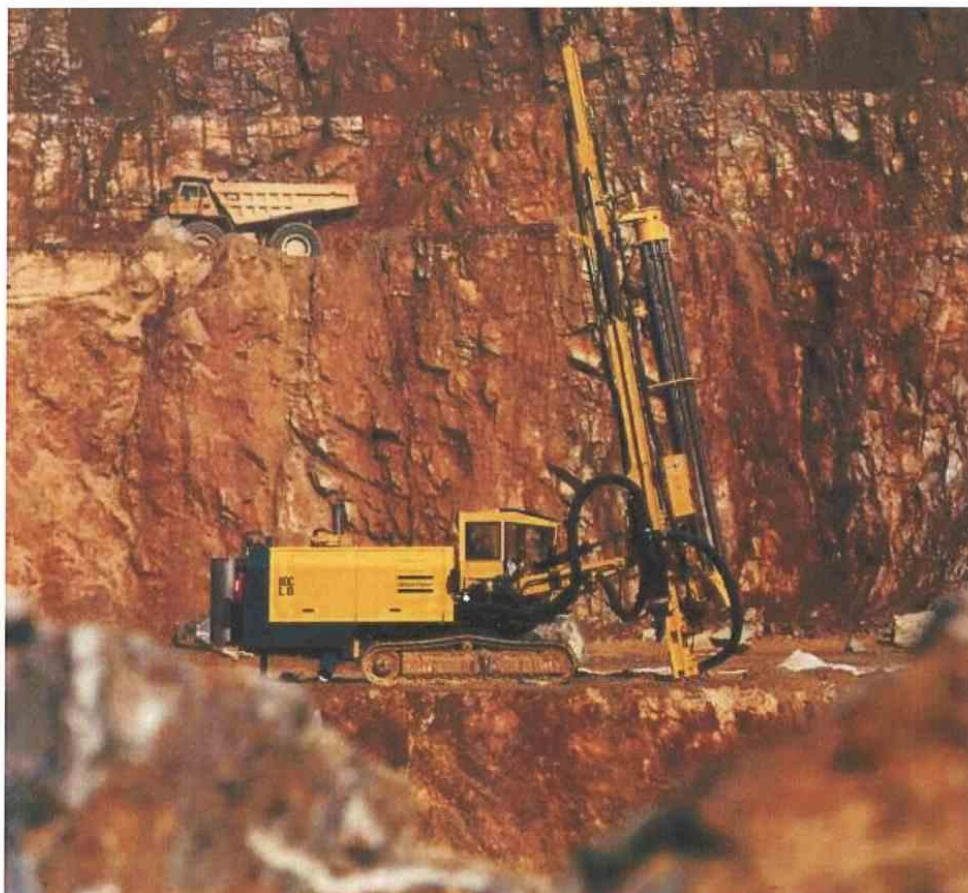
Atlas Copcon porauskoneen tiedot, joista on saatu muun muassa kompressorin antama teho ja käytössä olevan sähkövirran teho.

Atlas Copco ROC L8

Flexibility and Power.

The new breed of D-T-H crawler drill for pre-splitting and production drilling.

Hole diameters 110-165 mm ($4\frac{5}{16}$ " – $6\frac{1}{2}$ ")



Atlas Copco

ROC — the Power Generation

A smarter solution

Atlas Copco's new ROC L8 is a high production down-the-hole crawler with ample power to deliver high penetration rates and deep holes. It has a rod handling capacity for hole depths of 54 meters (176 feet).

But there's more to the ROC L8 than power alone. Forget the idea that you need one small machine for pre-splitting and another larger one for production. You can use a single ROC L8 to do both jobs.

The ROC L8 is not just another down-the-hole crawler. It's a total solution for drilling in quarries and open pit mines. Everything you'd expect from Atlas Copco's ongoing commitment to raising standards in rock drilling technology.

Ergonomics and safety

As always with Atlas Copco crawlers, operator comfort figures high on the agenda. That way we can be sure you get the most out of the ROC L8.

The ergonomically designed cab, with its superb all-round visibility and user-friendly layout, reduces fatigue to a minimum and increases safety to the maximum. The seat is fully adjustable. The cab meets all international safety requirements. And there's much more. All adding up to a truly modern work station designed to give you the highest productivity.

ROC L8 — power and flexibility in perfect harmony

The ROC L8 features:

- High performance down-the-hole rock drills for fast and straight drilling. As an option, a back hammer system can be added to ensure you will not

waste time or costs with stuck drill steels

- A hydraulic break-out table and double drill steel support, which helps the operator thread and unthread drill steels, saves on drill steel consumption and helps you drill straighter holes at the same time
- State-of-the-art 317 kW (431hp) Caterpillar diesel engine with more than enough power for fast drilling in the most demanding rock
- Onboard Atlas Copco 405 l/s (858cfm) screw compressor that delivers a full 25 bars of air pressure for extra-high penetration and strong flushing – giving straight clean holes that are easier to charge
- Electronic hole inclination instrument and depth control for drilling blast holes that are perfectly aligned
- Heavy-duty tracks with 18 degrees (-8°/+10°) of oscillation for superb tramming – making it easy to reach the work site quickly and safely
- Flexible single-section boom with a wide feed swing – right and left, backwards and forwards

Designed to keep you up and running

Like all of our crawlers, the ROC L8 has been designed for ease of maintenance with ready access to all service points. All hoses and cables are marked at each end and can be related to the schematic drawings in the spare parts lists for easier maintenance and trouble-shooting. But that's no more than you'd expect. Designing with service in mind is a way of life for us.



A sturdy and effective break-out table.



The ROC L8 is designed with service in mind.

Higher power for faster penetration

To meet the ongoing challenge for higher productivity, we've provided the ROC L8 with a robust power pack – tuned for maximum efficiency but with plenty of reserve power for those difficult jobs that stress a rig to the limit. This, in combination with our fast down-the-hole rock drills, gives the ROC L8 top level performance even when drilling deep, large diameter holes.

A powerful partnership

The engine that drives the ROC L8 is a rugged Caterpillar diesel with an output of 317 kW (430hp) at 2000 rpm. Not only is it a power house. For normal drilling and tramming, it uses no more than 90% of its capacity. It therefore lasts longer and it's low on fuel consumption.

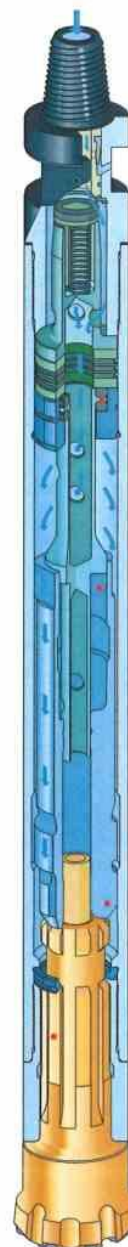
The engine drives a big onboard compressor – an Atlas Copco screw compressor with a free air delivery of 405 l/s (858cfm) at an operating pressure of 25 bar. A unit that's well up to the task of delivering top performance even when drilling holes as large as 165 mm (6 1/2") down to depths of 54 metres (176 feet) –and flushing them clean for charging.

DTH hammers that combine speed with economy

The ROC L8 can be fitted with a range of Atlas Copco down-the-hole rock drills – COP 44, 54 and 64 (4", 5" and 6"). These are among the fastest on the market. Their high performance, together with great functional reliability and outstanding service life, gives first-class drilling economy.

The superior penetration rate of our down-the-hole rock drills is due to a more efficient impact mechanism and better use of compressed-air energy. Flexible suspension of the central control tube enables the piston to be manufactured with much closer tolerances. This minimizes internal air leakage and optimizes the transmission of energy.

Two important benefits result: a higher penetration rate and lower fuel consumption per metre drilled.



An investment that pays

The ROC L8 is probably the most powerful DTH crawler in the business. And we're proud of that. But you will also get great satisfaction from the flexibility that we've been able to build into such a big machine.

If you think a heavy-duty DTH crawler is strictly for high-performance production drilling, this one will prove you wrong! It will do the work of two machines. The ROC L8 is maneuverable and precise enough to do presplitting work, yet strong enough to handle the most demanding production jobs.

Agility

For a rig of its size, the ROC L8 has unusually good terrainability features.

Heavy-duty tracks with 18 degrees of oscillation. A low center of gravity. Good weight distribution and generous ground clearance. These give the

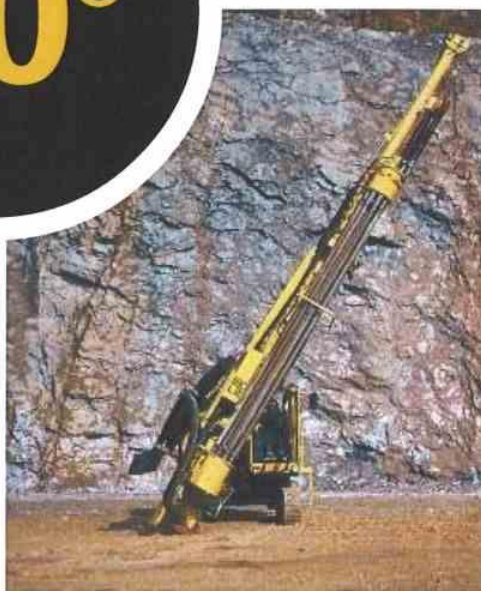
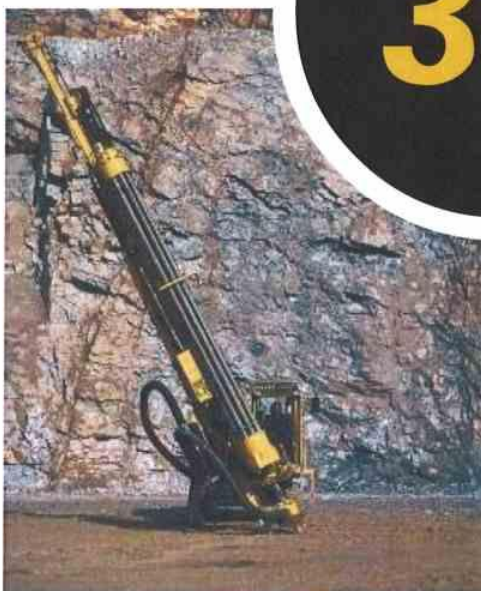
ROC L8 excellent tramming ability, helping it to move quickly and safely between work sites.

Precision and Flexibility

In drilling, the ability to drill at different angles – and to accurately set the inclination of the drill and the depth of the hole – plays a major part in the overall economy of the operation.

The ROC L8 is well designed for this. The flexibility of the feed swing permits inclinations of up to 30 degrees right and left, and 40 degrees forward. There's an optional electronic inclination instrument and depth control too – to ensure that all blast holes are perfectly aligned in a predetermined direction and to the same drilling depth. An obvious advantage for the smooth contour blasting involved in pre-splitting work.

30°



A first class workstation

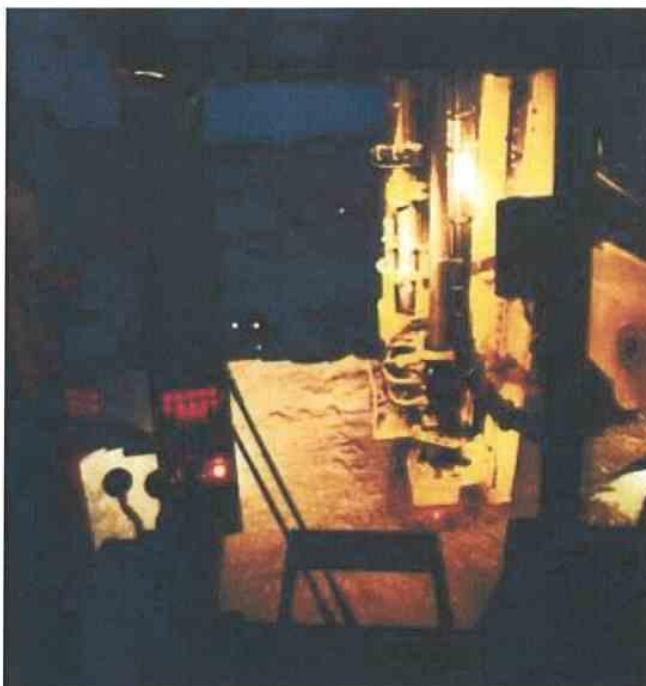
Good working conditions increase productivity. For this reason, we've taken great pains to provide the ROC L8 with a first class working environment

A superb operator's workstation

- Spacious cab, ROPS/FOPS approved, for comfort and safety
- Six-way adjustable seat with all drilling controls in the armrests
- Perfect view over collaring and tramping
- Efficient, Freon-free climate control
- Low noise level
- Generously dimensioned windows for excellent vision
- Rubber-damped cab mounted directly to the chassis to minimize vibration
- Easy-to-read instrumentation

and many other improvements to the working environment

- Break-out table with double guides gives straighter holes
- Straighter, more widely-spaced holes mean less explosives needed
- More efficient drilling reduces fuel consumption
- Rod handler rotates 360 degrees, allowing the random selection of any drill tube and maximizing tube life



The ROC L8 equipped with worklights as standard allows work around the clock.

- Well located, lockable service doors give easy access to vital components and protects against vandalism
- Low exhaust emission and engine noise values have minimal impact on the environment
- Efficient dust collection with pre-

separation gives cleaner holes and clean air to breathe

The new ROC L8 has everything you're looking for.

Spacious and well designed cabin.



Good view of collaring.



Electronic inclination instrument.



Technical data

Recommended hole-diameter range with

COP 44	110-130 mm	4 1/8"-5 1/8"
COP 54	134-152 mm	5 1/4"-6"
COP 64	156-165 mm	6 1/8"-6 1/2"
Drill tube diam.	89/102/114 mm	3 1/2"/4"/4 1/2"
Drill tube length	6 m	20 ft
Hole Depth, max.	54 m	177 ft

Compressor

Atlas Copco, screw type compressor XRV 9		
Working pressure	max. 25 bar	363 psi
FAD	405 l/s	858 cfm

Engine

Caterpillar, water-cooled diesel engine, CAT 3196 ATAAC		
Rating at 2000 rpm	317 kW	431 HP

Fuel tank

Total capacity	775 l	200 Usgal
----------------	-------	-----------

Feed

Feed length, total	11 250 mm	37'
Travel length	8 100 mm	26 7"
Feed extension	1 300 mm	4 3"
Feed rate, max.	0.92 m/s	180 ft/min
Feed force, max.	40 kN	8 950 lbf

Tramming

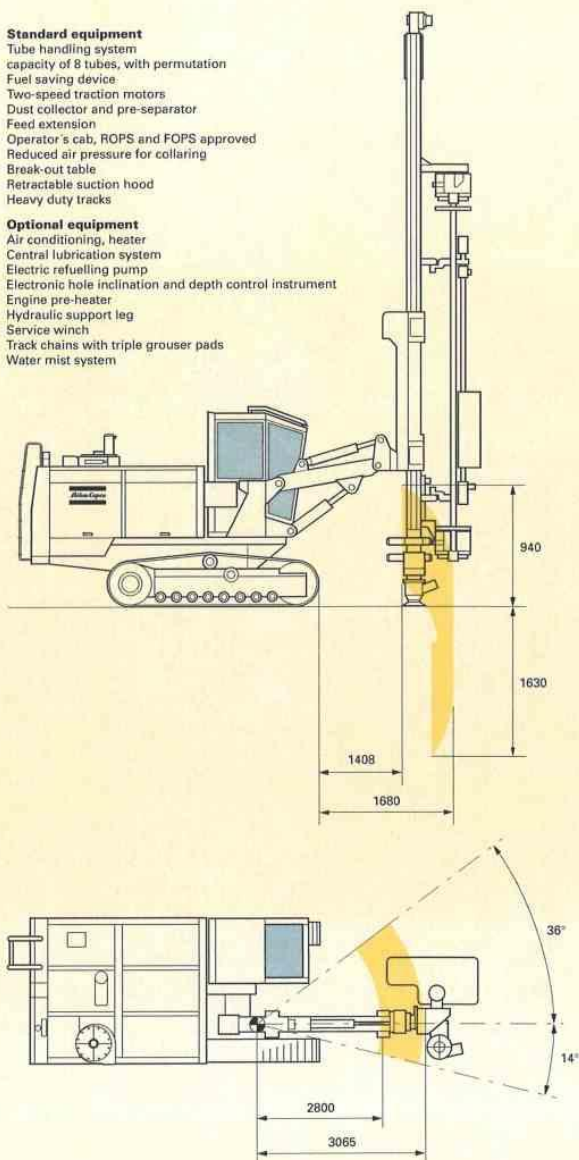
Tramming speed, max.	3.4 km/h	2.1 mph
Traction force	110 kN	24 729 lbf
Hill climbing ability	20°	
Track oscillation	±10/8°	
Ground clearance	405 mm	16"

Hydraulic Rotation unit

DHR 48H-45		
Rotation speed	30-80 r/min	
Torque, max.	3250 Nm	2 400 lbf/ft
DHR 48H-56		
Rotation speed	20-45 r/min	
Torque, max.	4250 Nm	3 150 lbf/ft
DHR 48H-68		
Rotation speed	20-40 r/min	
Torque, max.	6 200 Nm	4 550 lbf/ft

Transport dimensions

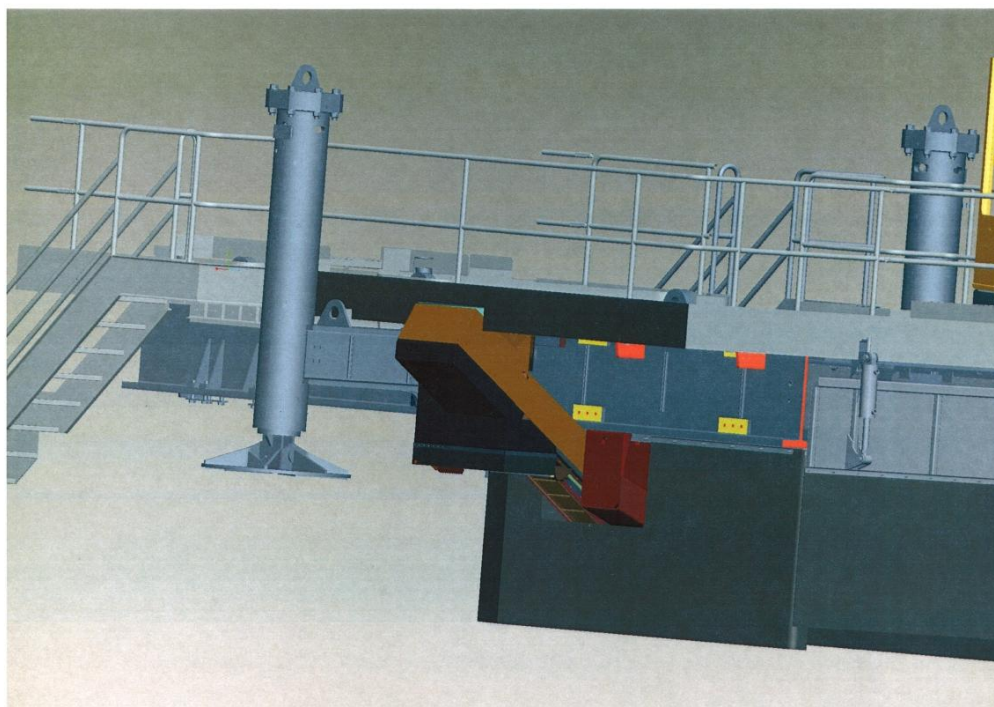
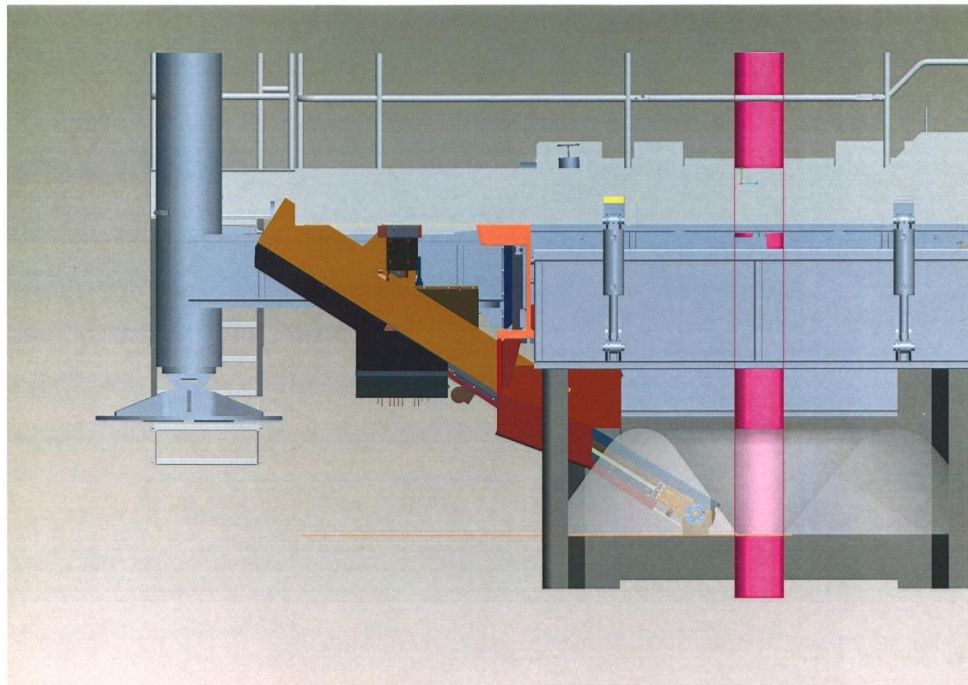
Weight, optional equipment excluded, approx.	19 900 kg	43 780 lb
Width	2 490 mm	8'
Length	11 250 mm	37'
Height	3 995 mm	13 1"



Illustrations in this brochure may show equipment with optional extras. Specifications and equipment subjects to change without prior notice. Consult your Atlas Copco sales company for specific information.

Hihnakuuljettimen sijoituskuva

IMA Engineering -yrityksen toimittama 3D-kuva nykyisestä hihnakuuljettimesta.



Orealyzerin esite

Comparison between New Sampler-Analyser, RC, and DD Drillings Sampling

Traditionally mines use time consuming and expensive drilling methods, e.g. diamond drill cores and reverse circulation drilling and sampling and/or inaccurate blast hole sampling methods for grade control (Figure 1). IMA Engineering Ltd has developed a new special ore sampler-analyser called percussion drilling sampler-analyser (PDSA), which is integrated on a drilling rig. The sampler collects representative samples from blast hole cuttings and the analyser assays them while drilling using X-ray fluorescence technology.

This study compares traditional sampling methods used in ore grade control with a PDSA on-line sampling and analysis method taking into consideration sample representativeness, precision, and sufficient analysis accuracy. The field test was done in First Quantum Minerals' (FQML) Kevitsa mine site in Sodankylä, in Finland in co-operation with FQML, Atlas Copco and IMA Engineering Ltd on March 2011.

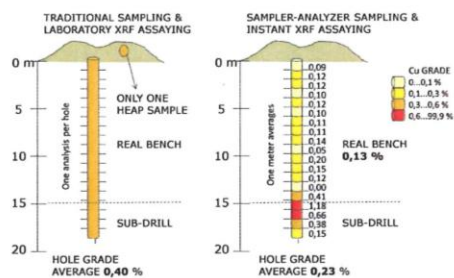


Figure 2: The problem in blast hole sampling. On the left side there is the traditional sampling method, and on the right side the problem is solved with frequent sampling method (analysis by every meter).

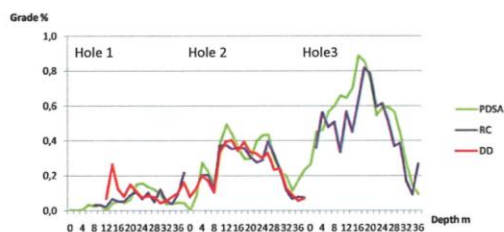


Figure 3: Nickel grades analysed by PDSA and their comparisons to RC and DD analysis results (presented with two meters composites, three holes)

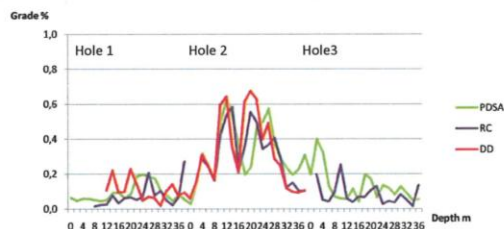
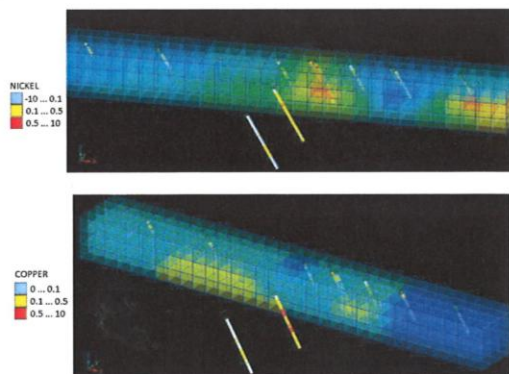


Figure 4: Copper grades analysed by PDSA and their comparisons to RC and DD analysis results (presented with two meters composites, three holes)



Figures 7 and 8: 3D visualizations about nickel and copper grades. Models are estimated in blocks which are 3 x 3 x 3 m. Figures shows relative locations (not in scale), directions, and dips of holes 3-14.



Figure 1: Integrated PDSA Sampler-analyser on Atlas Copco D65 drilling rig

Table 1: Comparison between traditional sampling methods and novel sampling-analyser

Traditional methods vs. sampler-analyser	Diamond drill cores DD	Reverse circulation drilling RC	Blast hole drilling BH	Sampler-analyser PDSA
Analysis Accuracy	Good	Good	Good	Good
Spatial Accuracy	Good	Good	Bad	Good
Analysing time	Long	Long	Long	Short
Costs	Expensive	Cheap	Cheap	Cheap

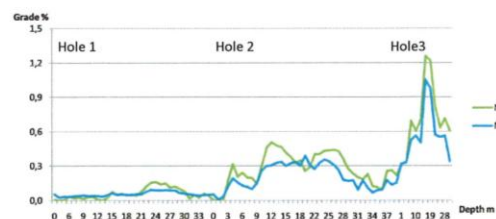


Figure 4: Nickel. Comparison sample measurements by PDSA and their comparisons to ICP-AES laboratory assaying (three holes)

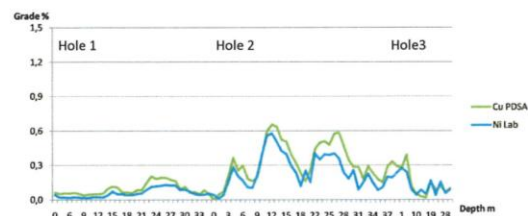


Figure 5: Copper. Comparison sample measurements by PDSA and their comparisons to ICP-AES laboratory assaying (three holes)

Traditional grade control sampling and analysis methods (DD, RC) are slow and expensive or inaccurate (BH). An on-line sampler-analyser method providing immediately available assaying results during drilling will make a great impact on mine planning and improves the sampling accuracy and speed of production. With Measure While Drilling (MWD) data, the Orealyzer is an applicable tool for designing blasting fields, for selective mining, and for ore stockpiling. 3D ore grade models of ore bodies can be also created.

This study shows that PDSA sampler-analyser is at its best much faster and equally accurate method to get information on ore and waste grade location in the bedrock compared to DD or RC sampling methods. The PDSA on-line analysis results correlate well with parallel laboratory assaying.

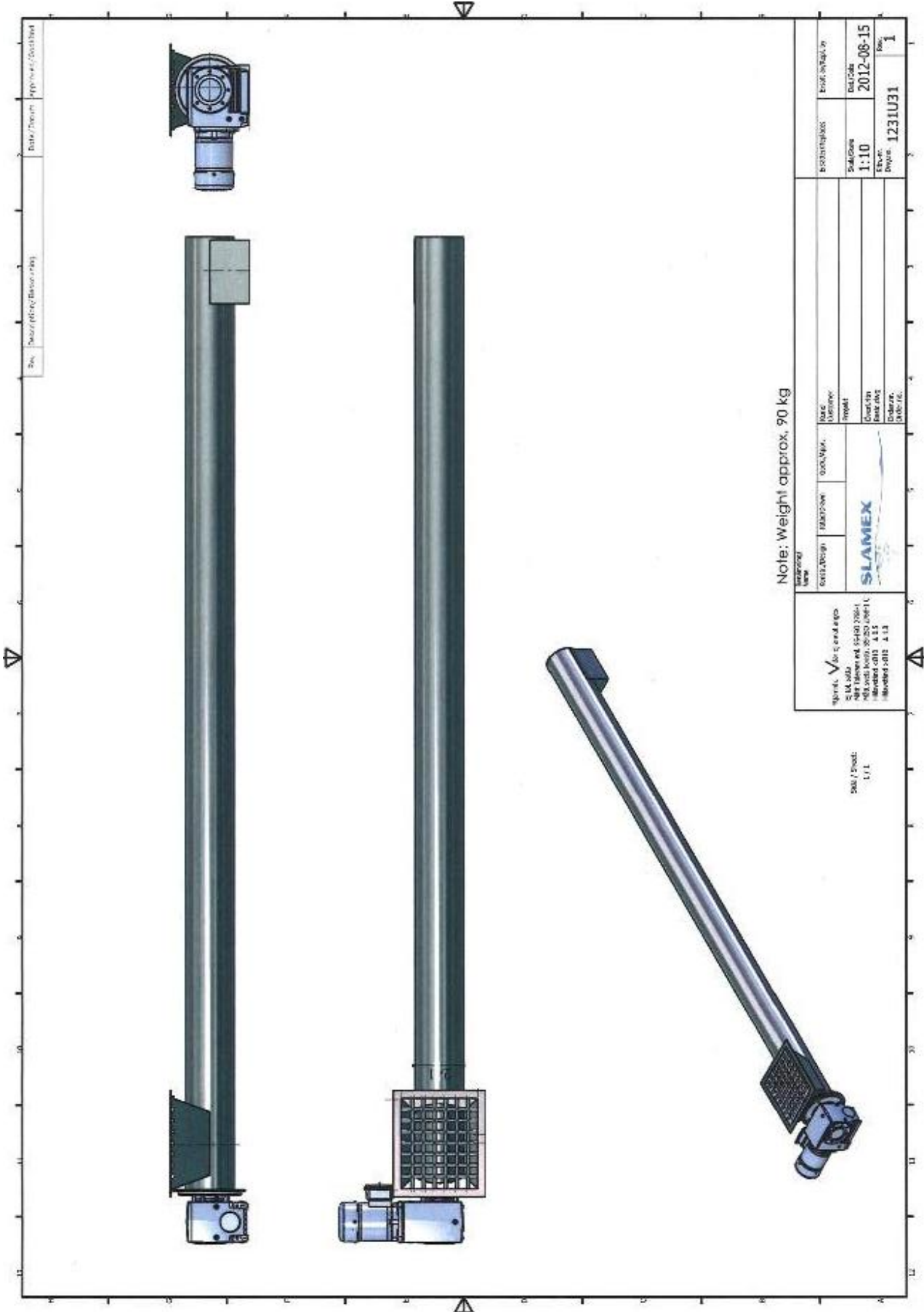
The impacts for economy, operator health and safety, and mine reconciliation are positive using the sampler-analyser. Correct sampling and assaying saves also energy and environment.



Emma Niemeläinen, IMA Engineering Ltd Oy
emma.niemelainen@ima.fi, www.ima.fi

Ruuvikuljettimen tekniset tiedot**1 Pc R-150****Shaftless tube conveyor Ø154 x 2mm**

Material to be transported:	Sand and some rocks
Capacity:	0,6 m³/h
Max particle size:	Rocks max 25mm
Length excl driveunit (mm):	3 000
Material trough and lid:	EN1.4301 (SS2333, AISI 304)
Inclination in °:	0
Inlet:	1 pc vertical without flange, standard and grid size 25mm
Outlet:	1 pc vertical without flange standard
Wear liner:	No
Brackets for support leg:	No
Support leg:	No
Rotation sensor type:	No
Spiral diameter (mm):	120
Spiral material:	Micro Alloyed Special Steel
Spiral to be surface treated:	Yes
Pulling/Pushing:	Pushing
Spiralwinding:	Right
Gearbox type:	NORD SK12063
Power:	870 W
Voltage/frequency:	24 V DC
Safety class:	IP55F
Misc drive unit:	Colour Nord Std
Drive unit sealing:	Direct mounted, No sealing
DC motor	P=870 W U = 24V I = 43 A, (nominal current) I = 129 A (at start up, current)
Weight budget	
Trough inlets and endplates	30 kg
Gearbox	26 kg
DC motor	8,1 kg
Spiral	24 kg
Weight total	Approx. 90 kg in this offer.



Simple, Reliable & Efficient

Simplicity - the NORD SCP screw conveyor package eliminates the need for costly separate V-belt drives by providing integral gearmotors or direct coupled motors to a NEMA C-face reducer.



Standard Features

INNOVATION

UNICASE™ design principle. All speed reducer housings are constructed of a rigid, one-piece cast iron that resists deflection under the heaviest loading conditions. All bearings and seal seats are contained within the single casting, eliminating splits or bolt-on carriers that can weaken the housing or allow oil leakage.

NORD's oil-safe **QUADRILIP™** sealing system implements techniques that assure the lubricating oil stays inside the speed reducer, while contaminants, such as dirt and moisture, stay out. It features three seal lips, plus a grease-filled chamber and garter springs to ensure secure sealing at the shaft surfaces.

The **AUTOVENT™** breather controls the pressure inside the gear case during operation by regulating airflow. Also, the **AUTOVENT™** breather prevents bearing damage by impeding entry of foreign material (water, dust, corrosives, etc.) to preserve the cleanliness of the atmosphere, and oil, inside the gear case.

All NORD speed reducers and motors feature high performance **Stainless Steel Protective Paint** – a durable resin pigmented with stainless steel for extra corrosion resistance and durability. The internal housing is coated with a quick-drying, one-pack synthetic primer that locks in any residual casting sand and seals any imperfections.

SCP - PRODUCT FEATURES

OPTIMIZED SEALING SYSTEM

- Dual Viton lip seals
- Grease impregnated packing seal
- Dual gap seals (excludes particles) – 0.03" gap
- Material evacuation ports
- Shaft material ditch
- Quadrilip™ sealing

MOUNTING

- Standard CEMA mounting
- Versatile flange – multiple bolt patterns
- 3-Hole tapered CEMA drive shaft
- Easy mounting
- Easy removal (less fretting – due to less material contact)
- Reduced bearing loads – tapered shaft allows for screw pipe misalignment
- Quick external removal feature

FLANGE

- Standard CEMA mounting
- High strength class 35 gray cast iron
- Versatile flange – multiple bolt patterns

HIGH EFFICIENCY

The NORD SCP design is extremely effective due to the direct coupled gearmotor or NEMA C-face input design. Belted input systems have significantly lower total drive performance. You can further increase the overall efficiency by applying the NORD "H" line of energy efficient motors.



PARALLEL HELICAL GINGER™ RATINGS

Model type	Max. Torque (lb-in)	Ratio Range (i:1)	Speed Range (rpm)	Gear Stages	Eff. [%]	1-1/2"	2"	2-7/16"	3"
SK1282 SCP	2620	4.79 - 109.5	365 - 16	2	97	X	X	X	
SK1382 SCP	2425	87.94 - 624.45	20 - 2.8	3	95	X	X	X	
SK2282 SCP	4611	4.51 - 127.51	388 - 14	2	97	X	X	X	
SK2382 SCP	4894	82.22 - 763.41	21 - 2.3	3	95	X	X	X	
SK3282 SCP	8363	4.48 - 112.23	391 - 16	2	97	X	X	X	
SK3382 SCP	9195	89.60 - 1022.42	20 - 1.7	3	95	X	X	X	
SK4282 SCP	16089	4.7 - 155.4	372 - 11	2	97	X	X	X	
SK4382 SCP	18381	86.83 - 1585.08	20 - 1.1	3	95	X	X	X	
SK5282 SCP	28620	4.32 - 134.03	405 - 13	2	97	X	X	X	
SK5382 SCP	28320	82.72 - 1367.08	21 - 1.3	3	95	X	X	X	
SK6282 SCP	40152	4.39 - 80.33	399 - 22	2	97	X	X	X	
SK6382 SCP	53100	24.42 - 551.58	72 - 3.2	3	95	X	X	X	

RIGHT-ANGLE HELICAL BEVEL RATINGS

SK9012.1 SCP	3540	8.09-332.37	216-5.3	3	95	X	X	X	
SK9013.1 SCP	3540	141.29-1690.1	12-1.0	4	95	X	X	X	
SK9022.1 SCP	7611	8.78-276.86	199-6.3	3	95	X	X	X	
SK9023.1 SCP	7611	228.47-1899.26	7.7-0.92	4	95	X	X	X	
SK9032.1 SCP	13718	8.48-295.85	206-5.9	3	95	X	X	X	
SK9033.1 SCP	13728	167.45-3635.95	10-0.48	4	95	X	X	X	
SK9042.1 SCP	24780	8.83-329.69	198-5.3	3	95	X	X	X	
SK9043.1 SCP	24780	172.08-4246.38	10-0.41	4	95	X	X	X	
SK9052.1 SCP	42480	8.10-289.61	216-6.0	3	95	X	X	X	
SK9053.1 SCP	42480	164.98-3735.92	11-0.47	4	95	X	X	X	